

FEDEMETAL



Servicio Nacional
de Aprendizaje

Manual de Mantenimiento

**DIVISION SECTOR
INDUSTRIA Y DE LA CONSTRUCCION**

DIVULGACION TECNOLOGICA



Manual de mantenimiento

DIVISION SECTOR
INDUSTRIA Y DE LA CONSTRUCCION

DIVULGACION TECNOLOGICA
SANTAFE DE BOGOTA 1991



Este título digital por Sistema de Bibliotecas SENA se encuentra bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-compartirigual 3.0 unported License.

<http://co.creativecommons.org/tipos-de-licencias/>

Creado a partir de la obra en <http://biblioteca.sena.edu.co>

PRESENTACIÓN

El Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA" y la Federación Colombiana de Industrias Metálicas "FEDEMÉTAL" han unido esfuerzos para ofrecer al sector productivo el presente MANUAL DE MANTENIMIENTO, como una contribución a los propósitos nacionales de apertura económica y de modernización de la producción.

Si bien es cierto que debemos adelantar una gran campaña de concientización sobre la necesidad del mantenimiento, es indudable que esto solo no basta, sino que es necesario acompañarla del suministro de las herramientas que hagan posible su desarrollo y que coadyuven la administración de su uso y aplicación.

Por lo tanto, este MANUAL presenta las bases fundamentales para que cualquier organización fije sus parámetros para la operatividad de un "Programa de Mantenimiento".

Es así como va desarrollando, de una manera lógica, a través de los diferentes capítulos, los elementos que permiten, no solo plantearlo y programarlo sino también determinar sus costos, organizar los almacenes y emplear el computador como herramienta del mantenimiento. Entendemos que no es un producto acabado, por eso esperamos los aportes de quienes lo utilicen para mejorarlo y actualizarlo, de tal manera que pueda prestar el servicio para el cual fue diseñado, cual es el de contribuir al logro de una mayor eficiencia, productividad y competitividad de la industria colombiana.

AGRADECIMIENTOS

A los Señores: Jhon Castles, Teodor Sauter. Que fueron mis maestros en la exigente disciplina del mantenimiento.

Agradecimiento especial a la empresa Carvajal S.A. y a su División Metalmecánica, en donde tuve la oportunidad de aprender y aplicar los conceptos y técnicas que a parecen en este libro.

También a los siguientes alumnos de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Valle, quienes colaboraron decididamente en el desarrollo de esta obra: Mauricio Rovira, Rodrigo Guevara, James Lenis, Fernando Londoño, Luis Esteban Barbosa y Javier Fernando Escobar.

A mi esposa Lucy, quien revisó los originales y a mi familia por su paciencia.

INTRODUCCION

Una planeación estratégica efectiva facilita la correcta orientación administrativa de toda empresa, la cual debe ser enfocada al cliente teniendo como esta la conquista de mercados a base de calidad y bajos costos.

La casi nula capacitación administrativa del personal que labora en el mantenimiento de nuestras fábricas, y el desconocimiento de la función social para alcanzar la evolución y desarrollo del personal, hacen que este grupo fundamental para la productividad de la empresa, muchas veces no cumpla en forma adecuada los objetivos definidos en la planeación estratégica no logrando finalmente la satisfacción total del cliente.

Durante el desempeño de mis obligaciones como Ingeniero de montajes y reparaciones mayores, luego como responsable de los servicios generales de las plantas en su diseño, instalación y mantenimiento y finalmente como gerente de la División Metalmecánica de Carvajal S.A. tuve la oportunidad de ocupar puestos de diferentes niveles en donde comprobé que existe una necesidad nacional, tanto en las facultades de Ingeniería como en los Institutos de Formación Técnica y en las empresas de cualquier índole de preparar a sus alumnos o empleados en las técnicas administrativas, en la proporción que lo requieran.

Es de gran importancia, por lo tanto, enfocar la atención del personal de mantenimiento hacia las actividades administrativas, para que pueda entender lo planificado por la empresa y lograr de esta forma los objetivos propuestos en la misma, haciendo de paso más eficiente y eficaz su organización del mantenimiento.

La presente publicación proporciona al Ingeniero o Jefe de Mantenimiento los conceptos y teorías necesarias para suplir esa carencia.

CONTENIDO

1	QUE ES MANTENIMIENTO	9
	TIPOS DE MANTENIMIENTO	9
1.1	Mantenimiento Correctivo	9
1.2	Mantenimiento Periódico	10
1.3	Mantenimiento Programado	11
1.4	Mantenimiento Predico	11
1.5	Mantenimiento bajo condiciones	11
1.6	Mantenimiento Preventivo	11
2	ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	12
2.1	Etapas del proceso administrativo	12
2.1.1	Planeación	12
2.1.2	Organización	12
2.1.3	Ejecución	13
2.1.4	Con trol.	15
2.2	Importancia de la ubicación y relaciones del departamento de mantenimiento	16
2.3	Relaciones de mantenimiento con los demás departamentos	16
2.4	Alternativas y métodos para organiza el departamento de mantenimiento	17
2.4.1	Mantenimiento por Áreas	17
2.4.2	Mantenimiento Centralizado	18
2.4.3	Mantenimiento Mixto	19
2.5	Métodos para organizar un departamento de Mantenimiento	20
2.6	Manual de procedimientos	21
3.	COSTOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	24
3.1	Clases de costos	24
3.1.1	Costos Directos de Mantenimiento	24
3.1.2	Costo de Parada de Equipo	25
3.2	Niveles de Mantenimiento	26
3.3	Elaboración de Tarifas	26
3.3.1	Tarifas para Mano de Obra de Mantenimiento	26
3.3.2	Tarifas para las Máquinas de Producción	27
3.4	Asignación de Códigos Contables	28
3.5	Control en los gastos de Mantenimiento	28
4	PROGRAMACION	30
5	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	38
5.1	Definición y Programación	38
5.2	Conceptos importantes que se deben tener en cuenta durante la implantación del Mantenimiento	
Preventivo		40
5.3	Ventajas del Mantenimiento Preventivo	42
5.4	Requisitos indispensables para implantar un programa de Mantenimiento Preventivo	42
6.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMA L.E.M	43
6.1	Tarjeta maestra	45
6.2	Codificación y estandarización de la Lubricación	50
7	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	52
8	CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	56
8.1	Primer control.	56
8.2	Segundo control.	56
8.3	Tercer control	56

9	EL COMPUTADOR COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO	57
9.1	Áreas de aplicación	58
9.2	Programas y su manejo	58
9.3	Conclusiones	67
10.	INDICES DE MEDICION	68
10.1	Costos del sector Mantenimiento	68
10.2	Método Gráfico	68
10.2.1	Planeación	69
10.2.2	Carga de Trabajo	70
10.2.3	Costo	70
10.2.4	Productividad	71
10.2.5	Gráfica Maestra.	71
11	P.E.R.T. Y C.P.M. PLANIFICACION, PROGRAMACION y CONTROL DE PROYECTOS	72
11.1	Historia del P.E. A.T. Y C.P.M	72
11.1.1	La dirección	72
11.1.2	P.E.R.T Y C.P.M	72
11.2	Actividad, Evento y Proyecto	73
11.2.1	Actividad	73
11.2.2	Evento	73
11.2.3	Proyecto	73
11.3	Representación Gráfica	73
11.4	Restricciones	73
11.5	Tiempos característicos de cada actividad	74
11.6	Programación de eventos y actividades para una red de actividades y eventos dados	74
11.7	Ruta crítica.	75
11.8	Programación C.P.M	75
11.9	Compresión de una red	76
11.10	Programación P .E.A.	77
12	REPARACIONES MAYORES	78
13	ALMACEN DE MANTENIMIENTO	80
13.1	Métodos para organizar el Almacén	80
13.1.1	Almacén Centralizado	80
13.1.2	Almacenes Descentralizados de mantenimiento	81
13.1.3	Almacén de Mantenimiento dentro del almacén de producción	81
13.2	Quién Administra el Almacén de mantenimiento	82
13.3	Tipos de existencias	82
13.3.1	Fugibles	82
13.3.2	Devolutivos	82
13.3.3	Inservibles	82
13.4	Qué y Cuánto Almacenar y Cada cuánto Pedir	83
13.4.1	Qué Almacenar	83
13.4.2	Cuánto Almacenar	85
13.4.3	Cuándo Pedir	87
13.5	Generalidades para el diseño del Almacén	89
13.6	Ordenes de Salida o requisición de Material.	89
13.7	Órdenes de Pedido o adquisición	89

1. ¿QUE ES EL MANTENIMIENTO?

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Como es evidente, debido a la incapacidad para que los equipos e instalaciones se mantengan en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se encargue de esto y se constituya así, una organización de mantenimiento.

Desde el punto de vista de quien administra el mantenimiento, el objetivo principal es la conservación del SERVICIO. Esto es, la máquina debe recibir un mantenimiento no por ella misma, sino para su conservación y para garantizar que la función que ella realiza dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad y se mantenga la capacidad productiva en el nivel deseado.

Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento. Para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

Es también una función del mantenimiento garantizar la seguridad industrial.

En la práctica, el alcance del mantenimiento depende del tipo de industria o instalación, así como de la magnitud y desarrollo industrial de la misma.

Cada industria en particular y cada departamento de mantenimiento, dependiendo de su formación académica y técnica y de las características de los equipos y sistemas que deben mantenerse, desarrollarán sus propias técnicas y estilos administrativos.

Se ha visto que tradicionalmente los ingenieros y técnicos que operan en el campo de la ingeniería de mantenimiento.

Dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico dejando en segundo plano lo concerniente a la gestión administrativa y aspectos logísticos, lo cual siempre redundará en bajo nivel de servicio, altos costos y demasiadas tensiones y fricciones en la ejecución del trabajo.

Los temas siguientes hasta el número 8 dan las bases para que el ingeniero y el técnico práctico puedan corregir estas deficiencias.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de; las cuales tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento periódico.
- Mantenimiento programado.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento bajo condiciones.
- Mantenimiento preventivo.

1. 1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.

Supervisar las actividades por desarrollar.

Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de inconvenientes en diversas áreas de la empresa, a saber:

PERSONAL: en un comienzo, o sea cuando el equipo es nuevo, tan solo será necesario un reducido grupo de técnicos para atender las fallas que se presenten, pero con el transcurrir del tiempo, el desgaste del equipo será mayor y traerá como consecuencia un incremento en el número de fallas, que ya no podrán ser atendidas por el mismo grupo de personas, lo cual hace necesario el que se contrate más personal de mantenimiento para atender todos los daños. Por otro lado, si una falla suspende el proceso productivo, el personal de producción se encontrará inactivo y devengando por un largo tiempo; pero si además recibe bonificación por la producción, estará presionando para una pronta reparación, y esto influye para que la reparación realizada no sea la mejor.

MAQUINARIA: una pequeña deficiencia que no se manifiesta, puede con el tiempo hacer fallar otras partes del mismo equipo, convirtiéndose así, un arreglo pequeño en una reparación mayor que incrementa los costos debido al aumento y el tiempo de parada del equipo. Esto se podría haber evitado efectuando a tiempo el cambio del elemento, daño que hubiera sido detectado durante una revisión preventiva.

INVENTARIO: casi podría afirmarse que el repuesto requerido para solucionar una falla no se encuentra en ese momento en el almacén, por no existir la información de la clase y cantidad de repuestos necesarios. La consecuencia de estos elementos exteriormente hace que la demora sea mayor y se incrementen los costos. Esta información, al igual que en el caso anterior, se hubiera podido obtener mediante continuas revisiones preventivas.

SEGURIDAD: la seguridad se verá afectada si la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos a trabajar en condiciones de riesgo tanto para el personal, como para la maquinaria.

CALIDAD: por último, la calidad del producto se verá seriamente afectada, ya que el desgaste progresivo de los equipos ocasionará una caída de esta, lo cual dará como resultado un aumento en la calidad de "segundas" al final del proceso.

Aunque lo anterior muestra claramente que hoy en día, para una empresa media los costos de mano de obra y lucro cesante hacen imposible su administración únicamente con un sistema de mantenimiento correctivo, muchas empresas desarrolladas persisten en la idea de reparar solamente las fallas que se van presentando.

Es demasiado complejo explicar por qué sucede esto, pero se puede decir que algo que influye sobremanera es el deseo de los empresarios de producir el máximo (si es posible, las 24 horas del día y los 365 días del año). Aunque en las organizaciones hay personas preparadas profesionalmente que se oponen a esto, no son escuchadas.

De todas maneras, la práctica enseña que el mantenimiento correctivo es inevitable, así se haya implantado un programa de mantenimiento preventivo ya que en cualquier momento se pueden presentar fallas que no fueron previstas.

Cabe anotar la existencia de equipos o instrumentos que, debido a la gran necesidad de ajustes para un funcionamiento óptimo o por poseer una delicada conformación (equipos electrónicos) o, porque llevan buen tiempo trabajando sin molestar, es preferible no revisarlos para evitar la pérdida del ajuste adquirido con el tiempo o dañarlos; entonces se recomienda esperar a que fallen, para en ese momento hacerles una reparación total que los deje en condiciones óptimas de funcionamiento. Esta práctica es común cuando se tiene un equipo de reserva.

1.2 MANTENIMIENTO PERIODICO

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses). Este mantenimiento se practica por lo regular en plantas de procesos tales como las petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores.

Para implantar este tipo de mantenimiento, se requiere una excelente planeación e interrelación del área de mantenimiento con las demás áreas de la empresa, para lograr llevar a cabo las acciones en el menor tiempo posible.

Generalmente la decisión de implantar este tipo de mantenimiento no queda en manos del departamento de mantenimiento debido a la complejidad y a los costos tan altos que se manejan.

1.3 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Este es otro sistema de mantenimiento que se practica hoy en día y se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes.

En este tipo de mantenimiento se lleva a cabo un estudio detallado de los equipos de la fábrica ya través de él se determina, con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar, así como la periodicidad con que se deben hacer los cambios. Una vez hecho esto, se elabora un programa de trabajo que satisfaga las necesidades del equipo.

Aunque este sistema es superior al mantenimiento correctivo, presenta algunas fallas. La principal es el hecho de que, con el fin de prestar el servicio que ordena el programa a una determinada parte del equipo, sea necesario retirar o desarmar partes que están trabajando en forma perfecta.

1.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les puede permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

Las más frecuentes son:

DE DESGASTE: con espectrofotómetro de absorción atómica, aplicando sobre los aceites de lubricación que sí muestran un contenido de metal superior al normal, nos indican dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.

DE ESPESOR: con ultrasonido.

DE FRACTURAS: con rayos X, partículas magnéticas, tintas reveladoras o corrientes parásitas, ultrasonido.

DE RUIDO: con medidores de nivel de ruido o decibelímetro.

DE VIBRACIONES: con medidores de amplitud, velocidad y aceleración.

DE TEMPERATURA: con rayos infrarrojos o sea la termografía.

El mantenimiento predictivo sólo informa y sirve de base para un buen programa de mantenimiento preventivo.

1.5 MANTENIMIENTO BAJO CONDICIONES

Este, más que un tipo de mantenimiento, es una práctica que se debe seguir cuando se tiene implantado un determinado sistema de mantenimiento y consiste en adecuar el programa según varíen las condiciones de producción (de uno a dos turnos) o las condiciones de operación (el ambiente de operación), teniendo en cuenta principalmente el efecto que cause esto sobre el equipo. En otras palabras, mediante esta práctica se mantiene actualizando el programa existente.

1.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipo.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento, varias de las alternativas antes mencionadas, realizándose de esta manera un **MANTENIMIENTO MIXTO**.

2. ORGANIZACION DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

2.1 ETAPAS DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

En la organización de un departamento de mantenimiento se estarán aplicando las técnicas y los principios de la administración a un área específica; por esta razón quien organiza un departamento de mantenimiento debe tener muy buenos conocimientos, con el fin de lograr una clara definición de los objetivos, 'los cargos, sus funciones, los requisitos para ocuparlos y las relaciones entre personas y departamentos.

Las diferentes etapas que se deben seguir son:

- Planear con detalle la organización, para así definir con muy subjetiva claridad el objetivo y las formas de alcanzarlo. Estas, al ser estudiadas, darán lugar a un programa de trabajo que tendrá incorporado los elementos de control necesarios.
- Una vez realizado lo anterior, se organizarán y estructurarán los recursos de manera funcional; con el fin de lograr esto, hay que dividir el trabajo para determinar la cantidad de puestos, definiendo de paso su categoría y labores. Cuando se ha realizado lo anterior, se puede llegar a la selección del personal que ocupará dichos cargos. Para hacerlo hay que tener especial cuidado al escoger la persona que ocupará un cargo determinado, sin caer en el error de adaptar el cargo a las condiciones personales del candidato (primero se crea el cargo y luego selecciona la persona más adecuada para ejercerlo).

Al hacer la confrontación entre las capacidades y conocimientos de quien ocupará un puesto y las exigencias que éste implica, se pueden determinar las necesidades de capacitación de la persona; así podrá adecuarla a dichas exigencias. Una vez hecho esto, se debe delegar a cada uno la autoridad, además de proveerlo de los recursos humanos y técnicos suficientes para que pueda desarrollar eficazmente su labor.

Al llegar el administrador a este punto el siguiente paso, es lograr que quienes han sido escogidos, sientan deseo de ejecutar lo organizado y, para esto, deberá motivarlos, lograr una buena comunicación con ellos para man-

tenerlos informados y asegurarse de que la información ha sido recibida.

Cuando ya se han obtenido resultados, se deben orientar los esfuerzos de todos hacia el objetivo previamente definido, mediante una óptima coordinación.

- Cuando la organización está funcionando en la forma descrita, es necesario controlar sus logros. Esto se hace a través de la comparación con los presupuestos establecidos en el proceso de planeación, analizando en detalle las desviaciones para hacer los ajustes que sean necesarios. Esto implica el iniciar nuevamente los procesos de planeación, organización, ejecución y control de las diversas labores establecidas, para lograr la solución del problema.

Las etapas anteriormente descritas son la base del proceso administrativo y se analizarán más a fondo con miras a tener una mejor idea de ellas.

2.1.1 PLANEACION

La planeación es el primer paso del proceso administrativo y el más importante, pues ella genera las bases sobre las cuales se desarrollan las demás. En la planeación se procede a definir con mayor precisión a dónde se desea llegar y el momento en el cual se logrará esta meta; a partir de esto, SI3 analizan los recursos humanos y técnicos disponibles y las limitaciones en las diversas áreas por último, se detallan las labores indicando su número y duración.

Cuando se han seguido los pasos anteriores se puede llegar a saber cuándo, empezar, terminar y además hacer presupuestos sobre los costos, las acciones y los tiempos. Estos presupuestos se emplean como patrones para evaluar el desarrollo de la labor ejecutada. La planeación, es por tanto, una continua toma de decisiones y se compone de aspectos muy definidos que siempre deben tenerse en mente, tales como:

- Políticas
- Objetivos
- Procedimientos

- Métodos
- Programas
- Presupuestos

POLÍTICAS: son las normas que enmarcan y orientan el pensamiento o la acción en la toma de decisiones para conseguir un objetivo.

Las políticas delimitan el área dentro de la cual una decisión habrá de ser tomada. Ejemplos de éstas son:

- Hacer sólo lo que no se pueda contratar.

Lo más importante es la calidad del trabajo.

OBJETIVOS: son el resultado final que se persigue. Hacia ellos se orientan todos los esfuerzos y su consecución debe ser una constante preocupación de todos los miembros de la organización. Ejemplos de estos son:

Bajar el presupuesto de operación al 97.7%.
Elevar el cumplimiento de las labores de mantenimiento a un 94%.

PROCEDIMIENTOS: son una serie de labores que están interrelacionadas para realizar cronológicamente un trabajo. En el momento de planear, se deben definir claramente los procedimientos para lograr una gran coordinación entre las diferentes partes del proceso. Estos son verdaderamente unas guías de acción. Tal y como sucede en otros tipos de planes, los procedimientos tienen una jerarquía de importancia y, con frecuencia, traspasan las líneas departamentales (Sec. 2.2.). Más adelante se darán ejemplos muy concretos referentes a los procedimientos en el departamento de mantenimiento (Sec. 2.4).

MÉTODOS: son parte importante de un procedimiento e indican la manera de realizar una labor específica. Toda mejora en los procedimientos de operación debe empezar por corregir los métodos que la componen. En una organización que desee evitar ambigüedades y errores que le pueda llevar al caos, es necesario que exista un manual escrito de procedimientos, para que pueda ser utilizado cuando surjan dudas sobre la forma de actuar en una situación específica (Sec. 2.4).

PROGRAMAS: son las listas o gráficos que indican exactamente quién, cuando, con qué y en cuánto tiempo, debe realizarse una labor. Con esto se logra la coordinación de los

recursos para cubrir las necesidades.

Mientras mejor sea la planeación mejor, será el programa desarrollado y más fácil será el ponerlo en ejecución. Para realizar dicha programación se utilizan herramientas tales como: diagramas de Gant, redes de P.E.R.T., C.P.M. y PPS.

PRESUPUESTOS: son las metas por alcanzar en diferentes aspectos como mano de obra, consumo de materiales, horas extras, etc., con base en los programas elaborados.

Los presupuestos son imprescindibles si se desea efectuar. Un buen control de los programas, pues así se podrá comparar lo real contra lo estimado y medir la desviación, si es que existe, tratando de explicarla.

2.1.2 ORGANIZACION

Es el hecho de dar forma a lo planeado de acuerdo con los recursos de la empresa, definiendo una estructura por funciones. Para ello se debe hacer una división clara y efectiva de la autoridad, evitando en lo posible entrecruzamientos de funciones y obligaciones.

El éxito de la organización se basa en una buena proyección de la empresa y en el análisis de los siguientes aspectos:

- Cargos
- Personas
- Autoridad
- Responsabilidad

CARGOS: Lo primero que se debe hacer, es una lista de las funciones por desarrollar, separarlas en grupos de finalidad similar, determinar las horas-hombre y las horas-máquina en cada grupo y decidir así el número de puestos por crear. Los puestos ahora creados deben estar perfectamente definidos en cuanto a labores, descripción genérica, grado de habilidad, esfuerzo físico y mental, responsabilidad y condiciones de trabajo.

En la actualidad existen varios métodos que permiten hacer la evaluación de un puesto, teniendo en cuenta diversos aspectos. Uno de estos es el método Hay, que se explica a continuación.

El método de perfiles y escalas Hay es un sistema para evaluar puestos, en el cual se le asignan puntos a cada uno en función de tres factores: habilidad solución de problemas y finalidad.

Para cada uno de los factores se tienen en cuenta ciertas características que son:

Habilidad: es el conjunto de conocimientos y experiencias requerido para desempeñar aceptablemente el cargo, independientemente de cómo estos conocimientos se hayan adquirido. Este "conocimiento total" tiene 3 aspectos que son:

•**La habilidad especializada,** la técnica y la práctica requeridas.

•**Amplitud de habilidad de gerencia.** La habilidad para integrar diferentes clases de funciones.

•**Habilidad en relaciones humanas.** La habilidad humana requerida para motivar al personal.

Solución de problemas: es la cantidad de "pensamiento iniciativa" ORIGINALES NECESARIOS EN EL OFICIO para analizar, evaluar, razonar y crear, a fin de llegar a formular conclusiones. Esta función de los procesos mentales tiene dos aspectos:

•El grado de libertad para pensar (limitado por el "medio ambiente"). Lo que algunas veces se cataloga como "libertad de pensamiento" es, en realidad, el ambiente en el cual los pensamientos se desenvuelven, definido por el grado en que están circunscritos por o libres de normas, precedentes y referencias a otros cargos. Libertad de pensamiento no debe confundirse con libertad de acción. (Véase FINALIDAD).

•Grado de complejidad del proceso mental. El reto mental que se presenta en el pensamiento que va a realizarse, variará desde simples selecciones entre cosas ya conocidas hasta el desarrollo de nuevos conceptos y soluciones imaginativas en situaciones nuevas o desconocidas.

Finalidad: es la posibilidad de "responder" por una acción y sus consecuencias. Es el efecto medido del cargo en los resultados y tiene tres dimensiones:

- Libertad para actuar. Grado de control y orientación personal o de procedimiento al cual se está sujeto.

- Impacto. La forma en que el oficio tiene incidencia en los resultados finales. Variará desde servicios incidentales remotos para el uso de otros en relación con algunos resultados finales, hasta impacto primario o decisivo sobre resultados finales.

- Magnitud. La magnitud general en dinero del área más clara o primariamente afectada por el cargo.

Una vez que se han asignado puntos a cada cargo se determina su ubicación relativa con respecto a otro cargo modelo, aplicando para ello tablas de valuación y gráficos de dispersión. El número total de puntos representa la dificultad relativa del cargo y la importancia que representa para la empresa.

La valuación se puede hacer solamente si existe una descripción sistemática de cada función.

PERSONAS: Una vez creados y definidos los puestos, se pueden seleccionar las personas más idóneas para ocuparlos, sabiendo de antemano que se presentarán limitaciones por las exigencias del cargo.

AUTORIDAD: cuando las personas están ocupando sus puestos, se les debe delegar la autoridad que garantice el buen cumplimiento de sus labores; dicha autoridad no debe ser ejercida por fuerza sino mediante la persuasión.

RESPONSABILIDAD: es la obligación que tiene cada persona ante sus superiores, de cumplir en la mejor manera posible con las funciones relativas a su cargo. No puede delegarse la responsabilidad como se hace con la autoridad.

Una vez realizado lo anterior, se debe establecer la manera cómo funcionarán las jerarquías, las comunicaciones y el mando, dando a cada puesto creado la ubicación adecuada dentro del organigrama general.

Hay que reducir en lo posible las líneas largas de autoridad; también, racionalizar el número de personas que informen a un mismo individuo, procurando que no sea excesivo y que toda actividad este basada siempre en el entrenamiento de los subordinados, la capacidad individual de la persona, la planeación y el control de la empresa misma.

Se considera fundamental el hecho de tener muy en cuenta las capacidades de las personas que ocupan cada cargo para aprovecharlas, orientándolas hacia la consecución de los objetivos de la empresa.

La organización debe responder a las necesidades particulares de cada empresa, no existen patrones óptimos ni fijos; es decir, para cada caso hay que determinar el sistema más efectivo; también debe ser dinámica y variar de acuerdo con las circunstancias del momento.

2.1.3 EJECUCION

Ejecutar es poner en funcionamiento todo lo planeado y organizado hasta el momento. Dado que el único recurso de la empresa variable por sí mismo, es el humano, hacia él debe orientarse la ejecución.

Un buen administrador se preocupará de poner en práctica ciertos principios para lograr que sus colaboradores se familiaricen con la estructura de la organización, las relaciones interdepartamentales y con sus deberes y autoridad.

Una vez que los subordinados han sido orientados, el superior tendrá la continua responsabilidad de aclararles sus funciones, guiarlos hacia el mejoramiento de la ejecución, el desempeño de las tareas y motivarlos a trabajar con celo y confianza, buscando con ello alcanzar los objetivos de la mejor manera posible. Los principios mencionados renglones arriba, son:

- Motivación
- Comunicación
- Dirección
- Coordinación

Motivación: quien administra debe crear un ambiente de constante superación haciendo que las personas identifiquen sus objetivos con los de la empresa.

Las necesidades por satisfacer en el individuo son: de realización, de reconocimiento y de desarrollo profesional. La existencia de un desafío aumenta el interés de las personas.

La motivación no puede ser algo fugaz, debe ser una labor continua y exige una planeación.

Comunicación: el éxito en la organización está en la reciprocidad de la misma. Para que sea así, se necesitan: un transmisor (el administrador o gerente), un receptor (el subordinado) y un procedimiento o medio (palabra, escritura o ademanes). Como el transmisor es el responsable de la comunicación, él debe:

- b) Escoger un lenguaje adecuado para que el receptor lo comprenda.
- c) Observar la respuesta del receptor con el fin de determinar si el mensaje ha sido asimilado.

Dirección: es la función desempeñada por el administra-

dor y tiene como fin el orientar los esfuerzos de todos hacia el objetivo de la empresa. Esta orientación se realiza a través de órdenes o instrucciones muy precisas que se dan teniendo en cuenta los principios de motivación y comunicación antes expuestos.

Coordinación: en la ejecución es necesario lograr que los esfuerzos del grupo estén sincronizados y sean ejecutados en el momento, cantidad y dirección exactas. Esto es coordinación.

Si se logra una buena coordinación entre las distintas áreas, se obtendrá un mayor rendimiento en las labores y una ponderación de los recursos, evitando altos costos por la inflación de algunos de ellos.

La coordinación es esencial en las grandes empresas donde los departamentos tienden a formar una organización aislada del resto de la empresa (departamento de mantenimiento). Para evitar esto, se deben proveer los medios de comunicación necesarios que permitan un adecuado intercambio de ideas y opiniones. Este tema se tratará más a fondo en la sección 2.2 (Importancia de la ubicación y relaciones del departamento de mantenimiento).

2.1.4 CONTROL

Es la comprobación de que lo planeado se está llevando a cabo; si existe una desviación, mostrarla y poner en movimiento las acciones necesarias para hacer las correcciones del caso. Este es un proceso dinámico que se inicia al término de la planeación, punto en el que se dictan los parámetros de control (referencias de comparación).

Ante todo es necesario determinar qué se va a controlar y esto sólo lo dirá la experiencia, el criterio y la observación del administrador. Después decidirán los aspectos que se van a controlar: cantidad, calidad, tiempo, etc.

De esta manera es factible dictar parámetros de control, los cuales deben quedar escritos y ser conocidos por todos. Todo lo anterior se realiza en la fase de planeación.

Las etapas por seguir para ejercer el control son:

- Medir
- Comparar
- Analizar
- Corregir

Medir: se miden las variables de control escogidas tomando los datos de la propia fuente y se hacen conocer de las per-

sonas a las cuales compete. Ejemplos de estos parámetros, son:

- Horas de parada de equipo.
- Costos de mantenimiento.
- Porcentaje de cumplimiento del mantenimiento.

Comparar: los resultados obtenidos se compararán con los parámetros, observando si hay desviaciones y diferenciando las desviaciones importantes de las esporádicas.

Analizar: las desviaciones encontradas se analizadas para encontrar el por qué de ellas. Este análisis implica cambios en el procedimiento del sistema.

Corregir: una vez realizado el análisis de tiene un diagnóstico, a partir del cual se planean los correctivos tendientes a atacar las causas de las desviaciones y eliminarlas.

El control se facilita si se hacen esfuerzos sólo para corregir las desviaciones importantes. También ayudará a la invariabilidad de las políticas, la simplificación de la producción y la estandarización de normas y procedimientos.

El desarrollo de la administración ha creado una serie de herramientas para analizar y detectar las desviaciones significativas en cualquier variable controlada. Ejemplos de estas herramientas son: gráficos de producción mensual, estudios estadísticos, elementos de la investigación de operaciones (PERT y CPM), análisis financiero.

En la actualidad todas las herramientas han adquirido una gran operabilidad con el uso del computador, como se verá más adelante.

2.2 IMPORTANCIA DE LA UBICACION y RELACIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

En el organigrama de una empresa el departamento de mantenimiento tiene como funciones:

- Mostrar con claridad la organización establecida.
- Facilitar el análisis de la organización.
- Mejorar las comunicaciones y relaciones del personal.

Estos organigramas son gráficos que indican la posición del departamento de mantenimiento y su jerarquía dentro de la empresa. Dichos gráficos describen las líneas de autoridad entre los diferentes departamentos y las instancias superior-

res, dependiendo directamente del tipo de empresa y del desarrollo alcanzado. Vale la pena tener muy en cuenta las labores propias del mantenimiento tales como remediar rápida y oportunamente paradas en la producción o atender emergencias en los servicios; también, ser algo flexibles en el cumplimiento de los conductos regulares y permitir a este departamento tomar decisiones acordes con las circunstancias.

2.3 RELACIONES DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO CON LOS DE MÁS DEPARTAMENTOS

La comunicación, colaboración y coordinación que debe existir entre los diferentes departamentos, se logra mediante reportes y solicitudes elaborados en la mayoría de los casos por escrito, procurando así una buena relación entre los demás departamentos y el de mantenimiento, relaciones estas que hacen fácilmente superables las diferencias que se pueden presentar en determinado momento.

Los departamentos o áreas que más relación tienen con el departamento de mantenimiento dentro de una empresa, son:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Producción. | - Relaciones Industriales. |
| - Contabilidad. | - Proyectos. |
| - Sistemas. | - Servicios. |
| - Compras y Almacenamiento. | |

Producción: todas las actividades de mantenimiento deben estar dirigidas a minimizar de una manera razonable el costo de fabricación del producto así como a mantener la prestación del servicio, teniendo en cuenta la calidad del producto y la seguridad del trabajador. Esto se logra optimizando el empleo de los recursos humanos, de los materiales y de los presupuestos. Pero hay que considerar factores que están fuera del control del departamento de mantenimiento y por eso es de gran importancia su relación con producción.

En términos generales se reconoce:

Mantenimiento es el directo responsable de la conservación de la maquinaria en buenas condiciones de operación y a un costo razonable.

El departamento de mantenimiento debe ser consiente de la importancia de su relación con producción. Debe entonces realizar una labor conjunta para programar paradas, ejecutar revisiones, autorizar reparaciones y elaborar informes y reportes. Esta coordinación y cruce de información permitirá también establecer una prioridad en los trabajos de mantenimiento.

Contabilidad: dependiendo de las políticas y procedimientos establecidos en la empresa, el departamento de contabilidad tendrá mayor o menor injerencia sobre el departamento de mantenimiento.

Una alternativa, además es muy apropiada, consiste en considerar la posibilidad de que mantenimiento sea quien genere sus propios reportes, tanto para la información de costos a la gerencia haciendo que ésta pueda juzgar la función de mantenimiento, como para realizar un control interno de costos. En esta alternativa, contabilidad sólo maneja las cifras finales.

Otra alternativa sería que, quien genere los reportes antes mencionados sea contabilidad, aunque esta es la menos apropiada, ya que en dicho departamento no se conocería de una manera directa la información sobre componentes de costos de mantenimiento, insumos y mano de obra. Se podrá entonces incurrir en informes errados, que cansan malestar entre ambos departamentos. Por otro lado, al ser mantenimiento el generador de estos informes, van a sentirse motivados a ejercer un buen control de los costos ya que tienen una responsabilidad directa y se convierten ahora en sus costos, haciéndolos pensar en términos de pesos, así se esté hablando de horas hombre o kilos.

SISTEMAS: si el departamento de mantenimiento ha sido sistematizado, el departamento de sistemas será el encargado de elaborar programas que se encarguen de manejar la información correspondiente, ya sea para entregar resultados tales como cumplimiento, inventarios, costos; como para programar actividades de mantenimiento.

COMPRAS Y ALMACENAMIENTO: el departamento de compras y almacenamiento tiene como obligación contar con los materiales, herramientas, repuestos y equipos en el lugar correcto, en la cantidad adecuada y en el momento oportuno y a unos costos razonables. Lo anterior, de acuerdo con los requerimientos hechos por mantenimiento.

En algunas organizaciones se incluye al almacén como parte del departamento de mantenimiento, dada la estrecha relación que debe existir entre ambos. Mantenimiento tiene la obligación de colaborar con el control de inventarios.

RELACIONES INDUSTRIALES: considerando que el departamento de mantenimiento tiene como elemento fundamental de su estructura a personas calificadas, debe, conjuntamente con el departamento de relaciones industriales, establecer políticas salariales, de capacitación, de seguridad, de motivación, de recreación, etc., para evitar la migración del

personal calificado y a su vez buscar una mayor eficiencia en los trabajos por realizar.

PROYECTOS: si existe, este departamento es el encargado de realizar labores tales como: 'montajes, ampliaciones, construcción y adaptación de maquinaria. Deberá tener entonces buena comunicación con el departamento de mantenimiento procurando que no existan inconvenientes para efectuar el mantenimiento a los proyectos realizados. Además se debe mantener una realimentación de información, eficaz para corregir y mejorar los programas antes de ser ejecutados.

SERVICIOS: este departamento, según el tipo y características de la empresa, será el encargado de manejar el transporte, la alimentación, la vigilancia y otros servicios.

En determinadas circunstancias, el servicio que presta este departamento será de invaluable importancia para el buen desarrollo de un trabajo de mantenimiento. El tener a tiempo algunos de estos servicios evitará posibles conflictos en la realización de la labor. Esto se logra teniendo una adecuada coordinación e información sobre cuándo, dónde y cómo deben prestarse estos servicios.

2.4 ALTERNATIVAS.Y METODOS PARA ORGANIZAR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Debido a las características especiales del departamento de mantenimiento, el tipo de servicio que presta y la calidad de su personal, así como a la organización en sí, existen diferentes alternativas para realizar el mantenimiento, y son: mantenimiento por áreas" mantenimiento centralizado y mantenimiento mixto.

El tipo de arreglo escogido, por áreas, centralizado o mixto no es arbitrario y ninguno es mejor que los otros.

El sistema de organización debe aparecer como una respuesta a una necesidad y es muy importante tener en claro que, a medida que la empresa crece, debe ir adaptando su organización al nivel de complejidad existente.

2.4.1 Mantenimiento por áreas

Cuando la empresa esta dividida por secciones, según las características de la producción, se aprovecha este tipo de estructura y se divide el mantenimiento en áreas correspondientes; así, cada una de estas cuenta con un personal de ba-

se, de supervisión y de dirección. Se busca con esto que las oficinas y talleres de mantenimiento estén cerca de sus respectivas zonas de trabajo, con lo cual se consigue la descentralización del mantenimiento.

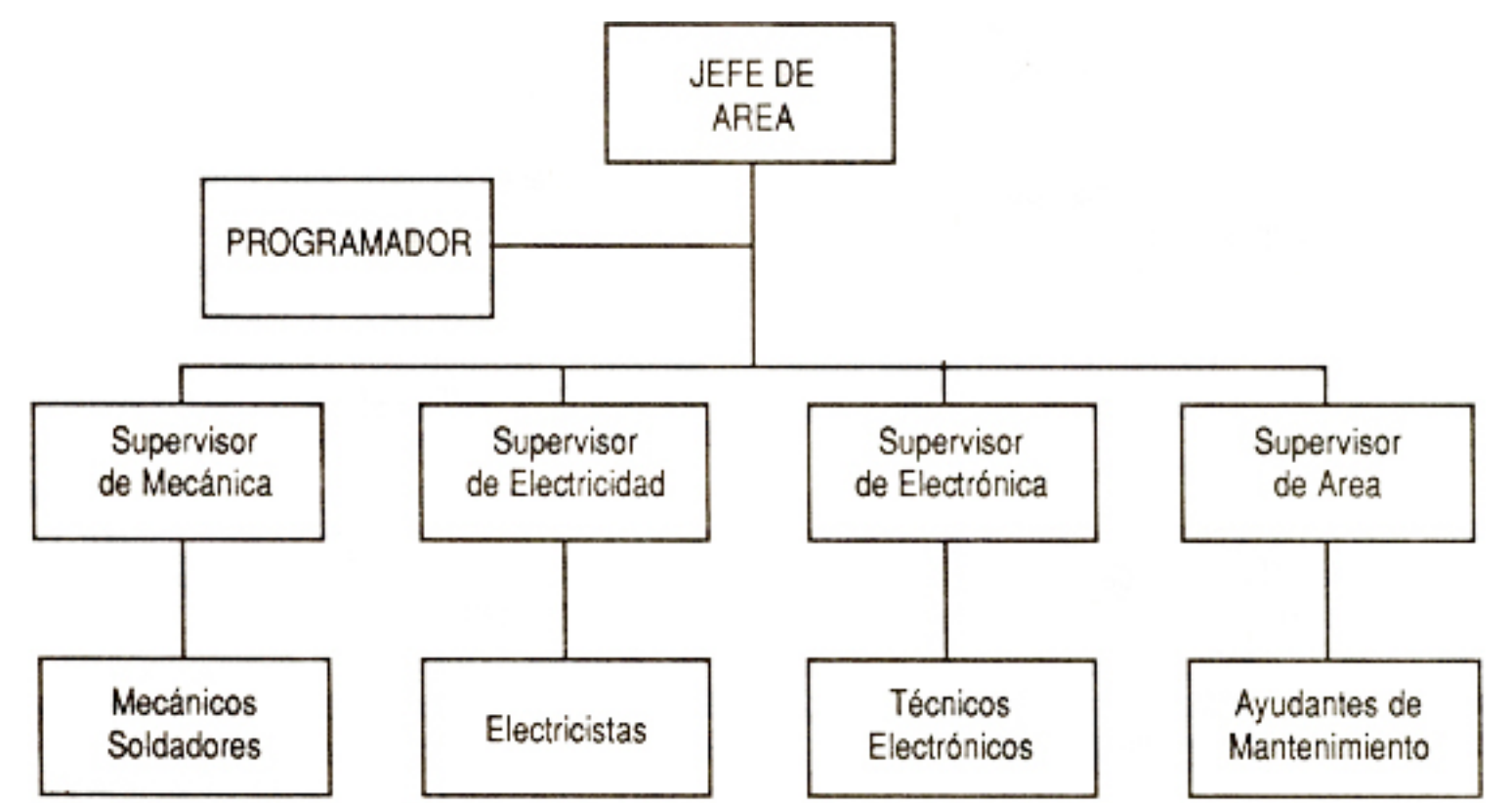
El equipo o cuadrilla de trabajo de una sección se constituye teniendo en cuenta las características de ésta y su labor específica. Cada cuadrilla conserva eficientemente los equipos de su zona y acude cuando se le solicita a otras secciones, por circunstancias especiales.

Normalmente se requiere una fuerza laboral mayor cuando se hace el arreglo por áreas ya que se tienen equipos comple-

tos al frente de cada sección y cuando se pretende trasladarlos de un área a otra se encuentran muchas dificultades.

Si se detectan fallas o problemas inminentes, el procedimiento por seguir lo determina producción, lo cual es una verdadera desventaja de este sistema, que se evidencia cuando, por no parar la producción, se ordena a mantenimiento hacer reparaciones menores en lugar de las adecuadas al caso; esto podría acarrear como consecuencia un daño costoso.

En el mantenimiento por áreas los costos están controlados por el tipo de organización y la relación de los supervisores con las cuadrillas.



(El anterior organigrama es un ejemplo de cómo se puede organizar un departamento de mantenimiento con sus respectivas cuadrillas)

2.4.2 Mantenimiento centralizado

En esta modalidad todas las actividades de mantenimiento se controlan desde una localización central. El personal no está restringido a un área y se traslada de un lugar a otro según se requiera.

El departamento está encabezado por un gerente de mantenimiento quien ocupa el mismo nivel jerárquico que el de producción. Debe existir un perfecto entendimiento entre estos dos departamentos para poder coordinar adecuadamente sus labores. Con este arreglo se logra un flujo continuo de

mantenimiento y al cabo de cierto tiempo se contará con personal bien adiestrado que conoce todos los equipos de la planta. Además se simplifican los procedimientos, comunicaciones, reparaciones, compras, etc.

Cuando se presenta una emergencia, hay todo un equipo disponible.

Durante los períodos flojos de baja carga de trabajo, el personal puede adelantar programas de mantenimiento preventivo, construir o reconstruir equipos.

En el sistema centralizado, la inspección la ejercen mantenimiento y producción; por lo tanto, habrá una doble comprobación de las actividades.

Al contrario del arreglo por áreas, se evita que el departamento de producción conceda demasiada importancia a su autoridad, relegando a un segundo plano la opinión de mantenimiento. Como en este caso mantenimiento no tiene enlace directo con ningún otro departamento y cuenta con su propia organización, los costos pueden ascender demasiado, por lo tanto, se debe ejercer un control detallado de estos.

En principio la estructura del departamento de mantenimiento centralizado tiene la misma configuración que la de uno de mantenimiento por áreas (caso anterior), diferenciándose de ésta en que es un solo grupo conformado por una mayor cantidad de gente y la dirección se encuentra centralizada.

De lo anterior podemos concluir que cada alternativa de mantenimiento tiene sus ventajas y desventajas, siendo ellas propias de cada elección. Por ejemplo, de las características del mantenimiento por áreas se puede concluir:

Desventajas:

- Aumento de personal.
- Aumento de los costos.
- Poca flexibilidad en el manejo de personal a nivel de empresa.
- Falta de compromiso con instancias mayores.

Ventajas:

- Más funcionalidad.
- Atención más oportuna.
- Mejoramiento de la calidad del servicio.
- Especialización técnica en cada área.

Se puede deducir de lo anterior (sin ser una regla), que muchas de las ventajas y desventajas del mantenimiento por Áreas, son las mismas del mantenimiento centralizado.

2.4.3 Mantenimiento mixto

Por todo lo anterior, así como por el gran crecimiento estructural de algunas empresas, la distribución geográfica de algunas de sus secciones y el manejo en la producción, se hace imposible realizar el mantenimiento únicamente con una de las alternativas anteriores, por lo cual se hace necesario en ocasiones complementarias para producir una alternativa intermedia (mantenimiento mixto).

Esta alternativa al igual que muchos de los conceptos dados en este escrito, será o no aplicada dependiendo del tipo de empresa y de sus necesidades.

A continuación daremos una posible distribución de las funciones por realizar, tanto por las cuadrillas de las secciones o áreas, como por la unidad central de mantenimiento.

Quedarían bajo responsabilidad y manejo directo de cada sección, las siguientes actividades:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Manejo y almacenamiento de repuestos, así como de equipos especiales (troqueles, rodillos, moldes).

Todas estas actividades estarían supervisadas por la unidad central de mantenimiento.

Los jefes de mantenimiento de las áreas asistirán a reuniones semanales de trabajo para mantener unidad de criterios en cuanto al sistema, costos, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y parámetros de medición de las gestiones. Además, políticas coherentes y consistentes en lo referente a salarios, nivelación de cargos, desarrollo de personal y tecnología.

Serían de responsabilidad y manejo directo de la unidad central de mantenimiento, las siguientes actividades:

- Construcción de piezas para mantenimiento preventivo.
- Construcción de piezas para mantenimiento correctivo.
- Diseño e interventoría en contrataciones de ingeniería (sistemas eléctricos y electrónicos, sistemas de gas y térmicos, aire acondicionado y montajes).
- Construcción de maquinaria.
- Construcción de piezas para reparaciones mayores.
- Reparaciones mayores.
- Montaje de maquinaria nueva y usada.
- Adaptaciones y modificaciones a equipos de producción.
- Mantenimiento predictivo.
- Reparaciones eléctricas y electrónicas de taller.
- Construcción de equipos bajo pedido.
- Servicios generales.
- Compra de repuestos importados.

2.5 METODOS PARA ORGANIZAR UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Tanto para organizar un área de mantenimiento (mantenimiento por áreas) como para organizar un departamento de mantenimiento (mantenimiento departamentalizado), se deben utilizar los criterios de departamentalización. Teniendo en cuenta la esencia del mantenimiento, que se basa en satisfacer el servicio, haremos mención de algunos tipos de departamentalización y sus características, enfatizando la departamentalización por funciones y las posibles combinaciones.

La departamentalización del mantenimiento es la repartición de los recursos disponibles para su mejor aprovechamiento. La forma de repartición es inherente al desarrollo de la empresa y tiene como meta agilizar dicho desarrollo.

Es necesario mencionar que varias empresas, muy semejantes entre sí, pueden tener diferentes criterios para la departamentalización del mantenimiento; sin embargo, todas pueden ser eficientes; es decir, no existen criterios únicos o sistemas "ideales" para esta repartición.

Los diferentes criterios mencionados son:

CRITERIO NUMERICO: este tipo de agrupación, tiene un campo válido de aplicación en aquellos casos en que el resultado de la actividad depende solamente del número de personas que la realizan. Para éste efecto tiene poca importancia, el tipo específico de trabajo, el sitio donde trabajan o las herramientas utilizadas. La departamentalización se logra, agrupando personas básicamente del mismo nivel, bajo las órdenes de un jefe.

Una razón para la decadencia de éste tipo de departamentalización es que solamente es útil a los niveles más bajos de la estructura organizacional.

CRITERIO POR TIEMPOS: esta es una de las formas más antiguas de la departamentalización, utilizada igualmente en los niveles más bajos de la organización.

En muchas empresas es común el empleo de varios turnos de trabajo cuando, por razones técnicas o económicas, una sola jornada no es suficiente. Salvo por algunas dificultades de supervisión, aspectos de eficiencia y el costo de los turnos, este tipo de organización presenta pocos problemas administrativos.

CRITERIO POR PRODUCTO: la agrupación de actividades sobre la base de productos o líneas de productos, ha venido

adquiriendo gran importancia en las grandes empresas que tienen una producción diversificada. El proceso ha sido típicamente evolutivo, por cuanto estas empresas se organiz

aron en forma funcional.

La departamentalización por productos o líneas de productos, facilita la utilización de bienes de capital especializados mejora cierto tipo de coordinación y permite utilizar al máximo las habilidades y conocimientos especializados del personal. Así se podrá especializar a ciertos trabajadores en el mantenimiento de determinada maquinaria.

Cuando es importante mantener un alto grado de coordinación entre todas las actividades funcionales relacionadas con un producto determinado, este tipo de departamentalización es el más apropiado.

CRITERIO ESTACIONAL: en algunas empresas se presenta una época de mayor demanda, por ello se engancha personal y se alquilan equipos por períodos de tiempo fijo; es el caso de las empresas constructoras.

CRITERIO POR FUNCIONES: sin excepción, toda empresa dedica a la creación de bienes o servicios, a la venta de ellos a un cierto precio y al manejo del flujo de fondos que esta operación implica. Para desarrollar todo ello, se requiere presencia de cierto número de personas que cumplan de minadas funciones. La departamentalización funcional más ampliamente utilizada y se encuentra presente en todas las empresas en algún nivel de su organización.

La división dentro del departamento de mantenimiento realiza de acuerdo con las funciones por desempeñar; tanto, podemos tener secciones tales como mecánica, electricidad, electrónica, controles, plomería, etc.

El número de secciones se determina de acuerdo con la cantidad de personas de cada rama, teniendo en cuenta q número de subordinados bajo una misma cabeza no sea excesivo.

CRITERIO MIXTO: el propósito de departamentalización agrupar las actividades de la manera que mejor contribuya a los propósitos de la empresa y por lo tanto no hay razón para no hacer uso de todas las alternativas posibles.

El uso de un criterio de departamentalización mixta, es simplemente la aplicación del principio de la división del trabajo Originalmente enunciado por Fayol como el primero de sus

catorce principios de administración (1), puede enunciarse como sigue: Una estructura de organización será más efectiva y eficiente, cuanto mejor refleje las labores o actividades necesarias para alcanzar los fines de una empresa, en cuanto facilite su coordinación, y en la medida que los cargos o posiciones individuales se ajusten mejor a las capacidades y motivaciones de la gente que los desempeña.

Como lo dice Fayol, éste es el principio de especialización; "La división del trabajo para producir más y mejor trabajo con el mismo esfuerzo".

2.6 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Como se dijo en la sección de planeación (2.1.1), es indispensable tener un manual de procedimientos donde de una manera clara se definan las normas para la ejecución de las diferentes actividades del sector de mantenimiento.

El manual debe contener las siguientes partes:

- Numeración.
- Nombre y contenido.
- Objetivos.
- Normas procedimentales.
- Departamentos y personas responsables e involucradas.
- Procedimientos que lo complementan.
- Procedimientos a los cuales reemplaza.

Ejemplos de procedimientos de un depto de mantenimiento, son:

- Ordenes para reparaciones mayores, montaje y traslado de maquinaria; mejoramiento y modificaciones de máquinas y equipos ..
- Ejecución del mantenimiento preventivo.
- Recepción de maquinaria.
- Declarar maquinaria o equipo fuera de uso.
- Compra de servicios de ingeniería.
- Compra de repuestos y materiales.
- Importación de repuestos y accesorios.

A continuación se darán ejemplos de estos procedimientos:

Henry Fayol, general and industrial administration (New York: Pitman, publishing, corporation, 1949), pag

Cali, septiembre de 1987 P-09-02
Reemplaza el de 25-VII-83

a)PROCEDIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Traslado de Maquinaria

Objetivo:

Definir las normas y pasos que regulen todo traslado de maquinaria, de una sección que da de baja un equipo a otra sección que lo recibe.

Normas:

1. Los gastos de traslado corren por cuenta del área o negocio que recibe la maquinaria.
2. Antes de solicitar el traslado de maquinaria a otra área, debe haberse cumplido el P-09-05 "Trámite para dar de baja maquinaria y/o equipo".
3. El área o negocio que recibe la maquinaria debe haber elaborado el proyecto y planos de ubicación de las máquinas.

Procedimiento:

Gerente de Negocio que Recibe la Maquinaria:

Solicita al Gerente de la División Metalmecánica y al Ingeniero Jefe de Mantenimiento de Edificios, los presupuestos de los trabajos que se deben ejecutar.

Gerente de Metalmecánica e Ingeniero Jefe de Mantenimiento de Edificios:

Ordenan la elaboración de los presupuestos respectivos y los presentan al gerente del negocio solicitante o al coordinador que este haya designado.

Gerente del Negocio que recibe la Maquinaria:

Prepara la justificación del proyecto y tramita su aprobación ante el comité de su negocio o ante la Junta Directiva. Si es aprobado, envía la orden a la División Metalmecánica, de acuerdo con el P-09-04 "Solicitud de Servicio a la División Metalmecánica.

Gerente División Metalmecánica:

Asigna las personas necesarias para ejecutar el traslado. Designa al encargado de conseguir los elementos necesarios para la instalación y solicita por escrito al Director de Contabilidad la asignación de un código contable para la ejecución de los cargos de costos y gastos que genere el traslado.

Secretaria División Meta/mecánica:

Cuando el equipo esté en su sitio, registra el movimiento en el fichero e informa por escrito las características de la maquinaria, la sección donde estaba, la sección donde queda instalada y el número de inventario, en original y en cinco (5) copias que se distribuyen así:

- Original: Contabilidad.
- Primera Copia: Gerente de negocio que recibe.
- Segunda Copia: Costos.
- Tercera Copia: Encargado de los seguros en la empresa.
- Cuarta Copia: Archivo Metalmecánica.
- Quinta Copia: Vicepresidencia Financiera

Director de Contabilidad:

Ordena al cierre del código respectivo e informa a Operaciones Contables para que se hagan los asientos del caso.

Gerente de/ Negocio:

Ordena a Mantenimiento de Edificios la actualización de los planos de acuerdo con la ubicación de la máquina.

Cali, Julio 8 de 1985

P 09-03

Reemplaza a P 09-01
de la fecha Junio-83

B) **PROCEDIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

Recepción e Instalación de Maquinaria

Objetivos:

Definir las normas y el procedimiento para recibir e instalar maquinaria importada.

Normas:

1. Los gastos de instalación corren por cuenta del área que recibe la maquinaria.
2. Todo proyecto que implique recepción e instalación de maquinaria, será preparado y coordinado por el Gerente de negocio o Director del área a la cual pertenece el equipo, o por la persona que él designe, con la asesoría de los siguientes departamentos: Técnico, Almacenamiento y Transporte, Mecánica y Mantenimiento de Maquinaria, Oficina de Estudios Técnicos, Seguridad Industrial, Mantenimiento de Edificios y la sección de producción correspondiente.
3. Una vez instalada la maquinaria, los originales de los manuales y catálogos correspondientes a la maquinaria pasarán a formar parte del archivo de la maquinaria que funciona en el Departamento de Mecánica. Copia del manual de operación del nuevo equipo, quedará en poder del Gerente o Director de Producción para consulta del personal encargado de la manipulación del equipo.
4. La instalación de maquinaria será previamente aprobada por el Promotor de Seguridad Industrial, con el fin de garantizar que se observen las correspondientes medidas de seguridad.
5. El Jefe de Compras, una vez tiene la licencia de la maquinaria aprobada, informa al Gerente del negocio para que este proceda a definir la localización y se prevean los servicios necesarios para su instalación y normal funcionamiento.
6. Finalizado el montaje, quienes tengan documentación técnica sobre el equipo la envían con comunicación escrita al Director de Mecánica para que sea incluida en el archivo técnico de mecánica.

Procedimiento:

Gerente del Negocio:

Al recibir del Jefe de Compras el aviso de aprobación de la licencia de la maquinaria, en el cual se anuncia la fecha aproximada de llegada, así como la documentación sobre sus características, efectúa u ordena el análisis de los planos y las condiciones especiales de operación que requiera, e informa al Promotor de Seguridad Industrial y al Director de Mantenimiento de Edificios para definir la ubicación mas conveniente y disponer todo lo necesario para que a su llegada, el sitio de instalación esté debidamente adecuado.

Selecciona la ubicación mas adecuada y ordena la elaboración de planos de acuerdo con el Director de Mantenimiento de Edificios, detallando los puntos de referencia para su instalación.

Define y coordina las labores que se van a desarrollar por cada uno de los departamentos involucrados, con el fin de que la maquinaria quede oportuna y debidamente instalada.

Director de Mantenimiento:

Designa al encargado de conseguir los elementos necesarios para la instalación y solicita por escrito al Director de Contabilidad la asignación de un código contable para la ejecución de los cargos de costos y gastos que genere el montaje.

LLEGADA DE LA MAQUINARIA:

Director de Almacenamiento y Transporte:

Una vez llegue a puerto la maquinaria, informa de este hecho al Gerente del Negocio, indicando las dimensiones del empaque para que él a su vez le indique el sitio a donde debe ser remitido. Cuando se haya definido la fecha de su despacho a Cali, le informa al Gerente del negocio.

Gerente del Negocio:

Si se requiere, organiza reuniones adicionales con los departamentos involucrados en el trabajo, para disponer lo necesario para la recepción e instalación de la maquinaria. Si es del caso, designa una persona responsable de coordinar el montaje y asesorar a Mecánica en la ejecución del mismo.

Director de Mantenimiento:

Una vez llegue la maquinaria a su destino final, hace un reconocimiento, verifica el estado de la misma y el listado de embarque.

Si observa alguna anomalía, la informa al Jefe de Importaciones para que haga los trámites necesarios.

Secretaría Mecánica:

Si todo está correcto, en colaboración con el Jefe del Almacén de Provisiones hace la relación del desempaque y la envía a los interesados (véase procedimiento P 03-13).

Cuando el equipo esté en el sitio donde se va a efectuar el montaje, comunica por escrito las características de la maquinaria, la sección donde va a ser instalada y el número de inventario de Mecánica, en original y tres (3) copias, así:

Original: Contabilidad - Activos Fijos.

1 a. copia: Costos.

2a. copia: Encargado de los seguros de la empresa.

3a. copia: Archivo de mecánica.

Finalmente, registra la nueva máquina en el fichero de maquinaria que funciona en el sector de mecánica.

Gerente del Negocio:

Hace chequeos periódicos de los valores cargados para controlar que el costo de la instalación sea consistente con el valor presupuestado. (Este valor debe haberse incluido dentro del estudio económico que conllevó a la decisión de adquirir la maquinaria).

Ordena a Mantenimiento de Edificios la actualización de los planos, de acuerdo con la ubicación definitiva de la máquina.

Director de Mantenimiento de Maquinaria.

Director Oficina Organización y Comunicaciones

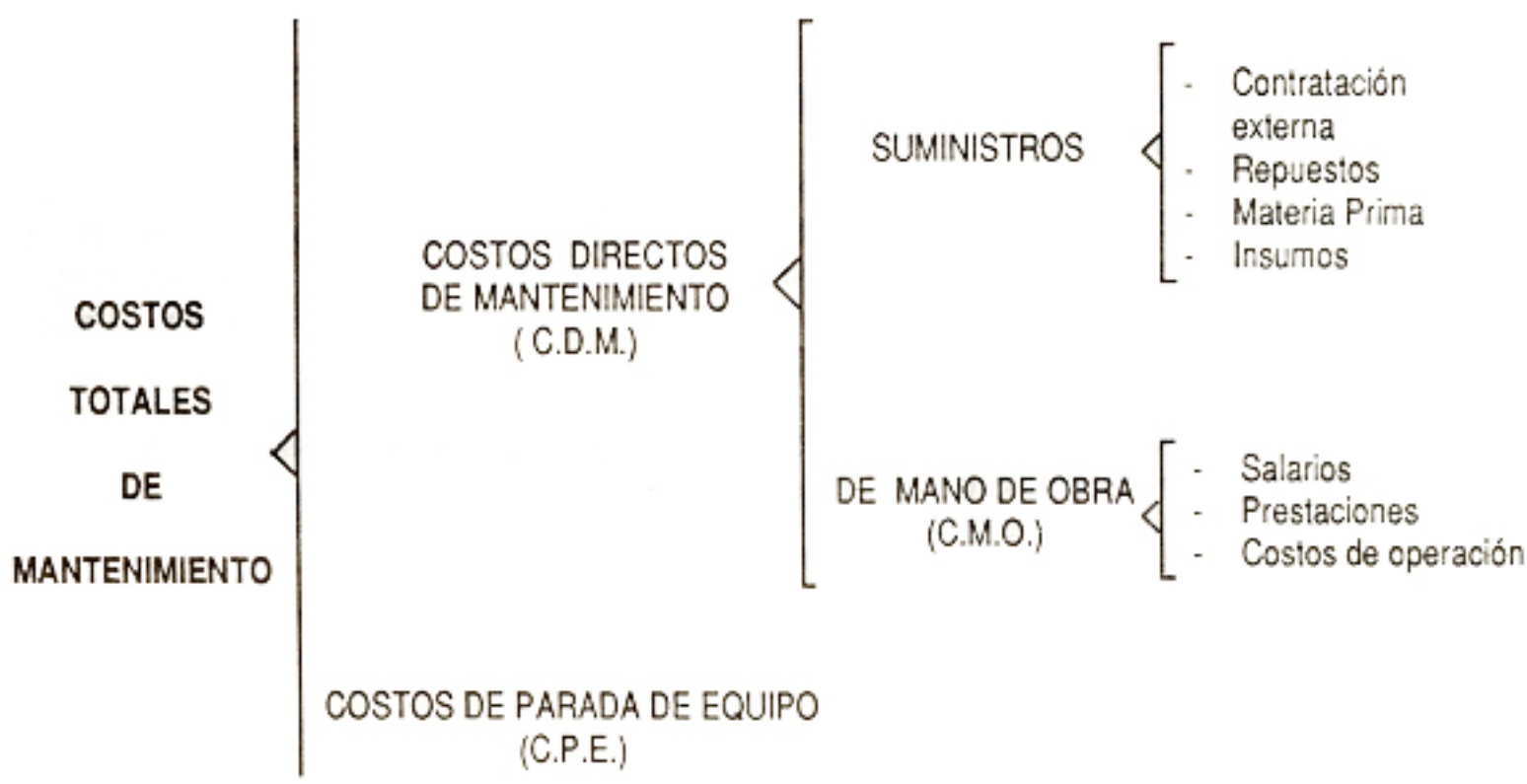
3. COSTOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importante es el costo. El ingeniero, quien es el encargado de esto, no tiene por lo regular suficiente preparación en esta área, sino en la de aspectos técnico Por eso el ingeniero tiene que analizar y profundizar respecto a los costos de mantenimiento a fin de conocer su manejo y c trol, evitando así el crecimiento de estos.

Los costos de mantenimiento tienen una gran importancia cuando se trata de medir la eficiencia del mismo. Con la ayuda la contabilidad de costos se puede estudiar el cumplimiento de los presupuestos tanto de operación como de obra. Lo anterior permitirá comparar la labor del departamento de mantenimiento con la de los demás departamentos de la empresa.

3.1 CLASES DE COSTOS

Los costos totales de mantenimiento están compuestos por dos clases: Costos directos de mantenimiento (C.D.M.) y coso por parada de equipo (C.P.E.).



Grafica 3.1

3.1.1 Costos directos del mantenimiento

Los costos directos de mantenimiento se definen como el valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación.

COSTOS DE SUMINISTROS: son todos aquellos costos de los elementos físicos que son imprescindibles durante una

tarea de mantenimiento. Resulta conveniente aclarar que dos los suministros no son repuestos ya que suministro una palabra genérica que incluye tanto a los repuestos específicos como a los repuestos genéricos tales como: láminas de acero, perfiles, rodamientos, tornillos, bujes, etc., que pudiendo ser catalogados como repuestos tienen una aplicación mucho más general que los repuestos específicos.

Estimar el costo REAL de un repuesto determinado es una labor difícil, debido a un sin número de factores tales como

llación; devaluación, depreciación y los costos por inventario excesivo.

Es una política muy común en el manejo de los costos el incluir dentro de los suministros, los contratos externos que tengan como fin una tarea de mantenimiento, ya que éstos generalmente requieren de equipo y material para ser adelantados, emitiéndose entonces una factura única que se carga como un suministro. Estos contratos por lo regular son: mano de obra, servicios, asesorías, montajes, etc...

COSTOS DE MANO DE OBRA {C. M.O.}: se refiere al salario más las prestaciones sociales devengados por los técnicos del departamento asignados a un labor de mantenimiento. Además se incluyen como C.M.O., los costos de operación, que son aquellos que no pueden ser clasificados ni como suministros ni como mano de obra y cuya cuantificación atribuida a una determinada labor de mantenimiento, es casi imposible. Por lo tanto la valorización de estos costos se hace en un período particular de tiempo. Son ejemplos de estos costos: la renta o alquiler, energía, acueducto, impuesto sobre inmuebles, salarios del jefe de mantenimiento y personal administrativo. Se incluyen también en este ítem los elementos solicitados por el taller de máquinas y herramientas, tales como: aceites, refrigerantes, buriles, brocas, fresas, etc., que una vez comprados se consideran consumidos y que constituyen parte de los gastos del mantenimiento que, como se verá más adelante, pasarán a formar parte de la tarifa.

3.1.2 Costos de parada del equipo

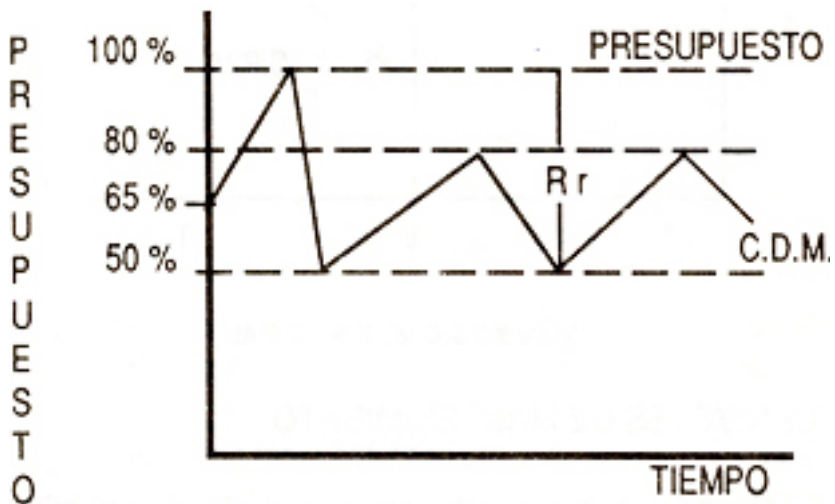
Al hallarse una máquina o equipo en estado improductivo se incurrirá en unos costos debido a la tarifa horaria que tenga la máquina.

En ocasiones la obsolescencia de equipos hace imposible conseguir repuestos y es necesario practicar modificaciones a la máquina; esto puede ocasionar que la máquina disminuya su capacidad productiva y a esta pérdida se le denomina costo por falla.

Debido a que algunos de los costos a los que hemos hecho mención se basan en el tiempo de duración de una tarea de • mantenimiento y en la estimación del costo actual de un repuesto, es muy difícil dar valores exactos.

Deben cuestionarse permanentemente los costos del departamento de mantenimiento, sin descuidar los costos que por una buena o deficiente atención, se estén generando en el sector de producción.

Puede darse el caso de que, con unas buenas estadísticas sobre estos aspectos, se logren inversiones en equipos o aumento de personal para el mantenimiento de aquellos equipos que presenten un C.P.E. por encima de lo presupuestado.



Gráfica 3.2 Utilización DEL RECURSO RESTANTE.
Donde: C.D.M.: Costo directos de Mantenimiento
Rr: Recurso restante

Como se ve en la gráfica 3.2 los recursos se utilizan prioritariamente para cubrir los costos directos de mantenimiento. Pero estos tendrán variaciones con el tiempo, alcanzando máximos y mínimos. P.J. conocer el momento en que se presenta el mínimo, se puede determinar la utilización de los recursos restantes (Rr), en actividades tales como construcción de maquinaria, reconstrucción de la misma, traslados, montajes, adaptaciones y mejoras.

Los recursos antes mencionados pueden ser dinero, hombres o tiempo. Es importante entonces optimizar la utilización del recurso humano tratando de disminuir el tiempo dedicado al mantenimiento para tener así más recursos dedicados a las actividades antes mencionadas.

Un punto importante es definir el costo óptimo del mantenimiento; esto no se logra sino mediante una revisión permanente de los costos, lo cual es posible si se tiene la información correcta y oportuna. Para esto deben definirse tareas claras y prácticas tanto para la cuantificación del costo de parada de equipo como para la evaluación del costo del mantenimiento preventivo, reparaciones en el mantenimiento correctivo, reparaciones mayores, montajes y diseños para el mejoramiento o alteración de maquinaria; es decir, la tarifa de la máquina.

Otro factor importante es el de mantener la información sobre los costos directos de mantenimiento (C.D.M.), comparando

estos con la capacidad productiva de la máquina (C.P.M.), para así poder determinar el momento en el cual se envía un quipo a reparación mayor (ti). Figura 3.3.

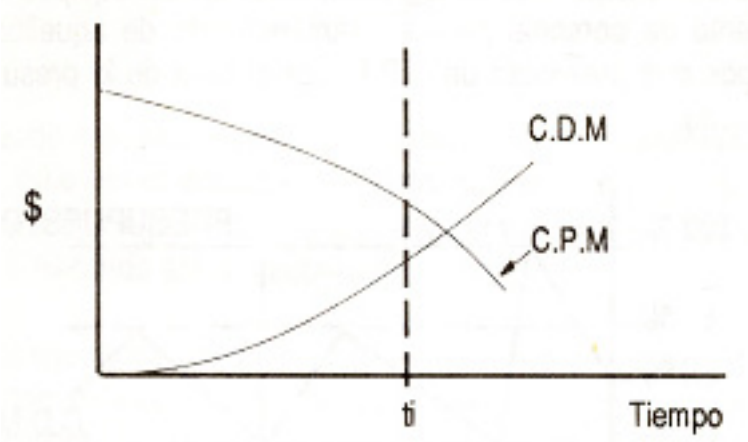


Figura 3.3 C.D.M. V.S. C.P.M.

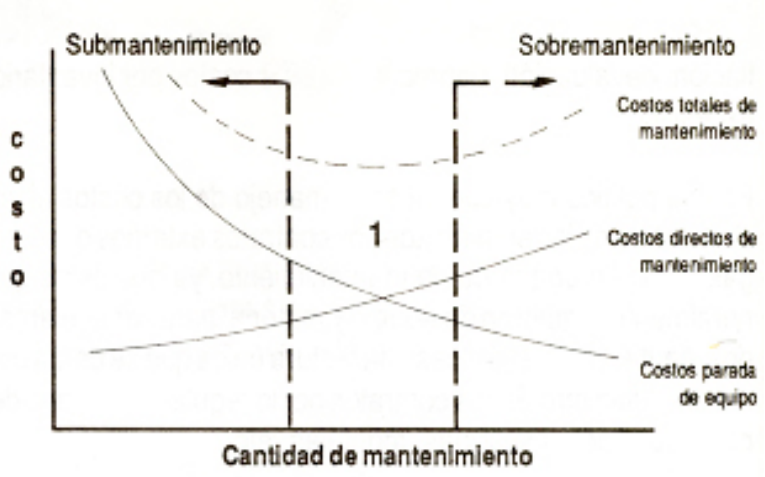


Grafico 3.4 NNiveles de mantenimiento

3.2 NIVELES DE MANTENIMIENTO

Se desea determinar en esta sección el nivel real y óptimo del mantenimiento, utilizando como elemento de análisis los costos antes mencionados, ya que la tendencia actual es la de minimizar la cantidad de horashombre empleadas para fabricar una unidad de un producto, con la finalidad de reducir su costo unitario y así enfrentar la creciente competencia en el mercado.

Es importante anotar lo difícil que resulta determinar el nivel de mantenimiento, ya que no se pueden generalizar las conclusiones de una fábrica ni de un período dado.

NIVEL ÓPTIMO PARA EL FUNCIONAMIENTO ECONOMICO DE LA FÁBRICA: el nivel óptimo de mantenimiento de una fábrica es el punto en donde la suma de los costos directos de mantenimiento y costos de parada de equipo, sea el mínimo.

Expresando gráficamente lo anterior tendremos:

Ver Grafico 3.4

Si para una planta dada, los costos totales de mantenimiento están a la izquierda del punto mínimo de la gráfica de costos totales, se puede decir que el mantenimiento es insuficiente (submantenimiento) y si están a la derecha, el mantenimiento es exagerado (sobremantenimiento). Esto se nota mirando la gráfica y observando qué tan significativa es la incidencia de los costos de mantenimiento en la suma final. Para efectos prácticos se supone que el costo mínimo total de mantenimiento coincide con el punto de corte de las dos curvas de costos (Punto 1).

La elaboración de estas tarifas tiene una especial importancia para el cálculo de los costos de mantenimiento y es fundamental el cuidado que debe tenerse en su elaboración.

A continuación describiremos una posible manera de calcular las tarifas de mano de obra (hora-hombre) y de maquinaria (hora-máquina). Por encontrarse estas tarifas en términos de pesos, variarán constantemente debido a factores económicos y técnicos.

3.3.1 TARIFA PARA MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO

Hay muchas formas de evaluar las tarifas para mantenimiento. Unas incluyen mano de obra y tarifas para cada máquina del taller, por separado; otras involucran el costo de la máquina en las tarifas de mano de obra.

La tarifa puede sofisticarse o simplificarse tanto como se quiera, pero debe buscarse un punto de equilibrio que sea práctico y represente la situación real.

Para poder elaborar correctamente una tarifa, deben darse claramente definidos los siguientes costos referidos al taller, sus operarios y los técnicos de mantenimiento:

- Salarios.
- Prestaciones.
- Energía, arrendamiento, depreciación y seguros.
- Mantenimiento propio, repuestos y suministros del taller.
- Mantenimiento de oficinas y papelería.
- Otros.

Los primeros dos constituyen costos de mano de obra, mientras los siguientes son costos de funcionamiento del taller de máquinas herramientas.

Cuando se tenga el presupuesto para el año, que incluya todos los costos anteriores, se puede proceder de la siguiente manera para obtener las tarifas de mantenimiento: se agrupan las personas que trabajan en mantenimiento de acuerdo con sus categorías, por ejemplo:

Grupo 1: Mecánicos montado res.
Mecánicos de mantenimiento. Técnicos electrónicos.

Grupo 2: Dibujantes, diseñadores y de mantenimiento.
Torneros y Cepilladores I.
Electricistas, Mecánicos I.

Grupo 3: Torneros y Cepilladores II Electricistas II
Técnicos en tratamientos térmicos.

Grupo 4: Ayudantes de Mecánica.
Ayudantes de Electricidad. Personal del SENA.

Luego deben definirse las horas que en un año efectivamente puede trabajar una persona.

Si de acuerdo con el horario establecido en la empresa, una cifra de 2.500 horas es lo que un individuo permanece en ella, puede asumirse un porcentaje de eficiencia aproximadamente del 80%, teniendo en cuenta vacaciones, incapacidades y licencias, lo cual da aproximadamente 2.000 horas/año x persona.

A continuación, y teniendo en cuenta el número de hora? trabajadas por cada grupo y los costos del mismo, podremos calcular la tarifa de mano de obra para un integrante de este grupo.

Para el grupo (1)

$$\# \text{ de horas trabajadas} = \frac{\# \text{ personas} \times 200 \quad \text{Horas}}{\text{Año} \times \text{persona}}$$

Costo de mano de obra = \$(i) = Salario + Prestaciones + % horas extras y nocturnas'

Para obtener la tarifa del Grupo (i) se adiciona a los costos de mano de obra de éste, los salarios del jefe y personal administrativo (que no reportan), relacionados con el personal del mismo y una fracción de los costos de funcionamiento del taller, prorrateándolos, por ejemplo de acuerdo con el número de técnicos en el grupo.

De lo anterior la tarifa de una persona del grupo (1) será:

$$X(i) = \frac{\$(i) + \text{Jefes} + \text{fracción costos funcionamiento}}{\# \text{ de horas trabajadas en el año}}$$

La anterior tarifa se refiere al caso en que los costos de las máquinas del taller se adiciona al costo de mano de obra.

Lógicamente una tarifa elaborada en esta forma debe recuperar en el transcurso del allí, si ha quedado correctamente elaborado, el valor del presupuesto del sector de mantenimiento.

3.3.2 TARIFAS PARA LAS MAQUINAS DE PRODUCCION

Producción calcula a todos sus equipos una tarifa por hora para poder cotizar su trabajo. Esta tarifa sirve a mantenimiento para establecer el costo de parada de equipo.

En el caso de un equipo, la tarifa debe involucrar los siguientes aspectos:

Gastos fijos: arrendamiento, depreciación de equipos y seguro de equipos.

Gastos variables: mano de obra, fuerza, luz, agua, mantenimiento, suministros y aire comprimido.

Gastos generales administración, honorarios y centro de servicios.

A continuación se explicarán algunos de los rubros anteriores.

ARRENDAMIENTOS: asignación proporcional respecto al área ocupada por la máquina o equipo.

DEPRECIACION y SEGUROS: esto se cuantifica de acuerdo con el valor de adquisición del equipo.

MANO.DE OBRA: esta se refiere a los salarios, prestaciones sociales, horas extras de operación o la tripulación de la máquina.

FUERZA, LUZ, AGUA: esta es una asignación proporcional respecto a la potencia de los equipos y número de horas proyectadas de funcionamiento.

MANTENIMIENTO: es el gasto de la mano de obra mecánica y eléctrica y se asigna con base en los resultados históricos de este rubro para cada una de las máquinas o equipo y crece en la misma proporción que crece el presupuesto de mantenimiento.

SUMINISTROS: son los insumos que la máquina necesita para elaborar un producto específico.

CENTRO DE SERVICIOS: son los gastos correspondientes a la tarea que le preste al departamento de mantenimiento y otras áreas por parte del casino, aseo, transporte, etc.

Por lo tanto, la tarifa hora-máquina será:

M(i) =

Gastos fijos + variables + generales

denominador

De acuerdo con el manejo que se le quiera dar a la tarifa, el "denominador" puede ser:

- Horas de tiraje o netas de producción.
- Horas cronológicas (24 - horas de comida - cuadre, cambio y llenado), quedando un total de 16 horas aproximadamente.
- Capacidad nominal por un factor de utilización.
- Horas presupuestadas de producción.

Esta tarifa reflejará el gasto por hora de operación de la máquina.

Estas tarifas se elaboran con el fin de obtener los costos de mantenimiento y a su vez cargar los de una manera equitativa y razonable a cada una de las secciones de producción. Para realizar lo anterior y poder hacer un buen manejo contable de los costos, es necesario establecer códigos a los equipos o máquinas y a las secciones.

3.4 ASIGNACION DE CODIGOS CONTABLES

Una vez elaboradas las tarifas, debe proveerse de un medio para que los cobros sean simultáneos a la prestación del servicio. Deben asignarse códigos contables tanto a las má-

quinas como a las obras de mayor envergadura, para cargar los costos de mantenimiento. Los códigos para las secciones de producción y sus máquinas, pueden tener el siguiente aspecto xy zw l en donde:

Sección de Producción	XY
Ordinal para la máquina	ZW
Dígito de Control	
Indica que es	XX
Código de obra	
Ordinal	YZW

Mediante el informe diario de trabajo, se hace el cobro definiendo el grupo y el número de horas trabajadas en operaciones de mantenimiento, especificando el código de la máquina; este informe lo rinde mantenimiento.

Cuando se trata de obras diferentes al mantenimiento puramente dicho, el código puede ser del tipo:

El cargo a este código de obra se hace de una manera similar al código de máquina.

Por su lado producción estará reportando las horas de parada a través del informe diario de producción con códigos que definen la operación: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, reparación mayor o esperando el mecánico.

La evaluación del costo se hace mediante la tarifa de la máquina, con el número de horas reportadas.

3.5 CONTROL EN LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Es esencial tener en consideración las medidas de control de los costos en el departamento de mantenimiento. Es importante definir adecuadamente los gastos de mantenimiento, pues con frecuencia los cargos por esta tarea han sido erróneos o no están relacionados con el mantenimiento.

El sistema de manejo de esta información debe ser ágil y sencillo; así, la información puede buscarse con facilidad de forma que cada nivel administrativo pueda revisarlo.

Se han desarrollado muchos sistemas para determinar donde se están efectuando los gastos, a veces estos mecanismos resultan complejos. La manera más sencilla que se ha experimentado es el método de acumulación de cargos por trabajo realizado utilizando el código contable de la sección o área donde se cumplió la labor.

El sistema debe ser manejado con la ayuda del computador, lo cual permite un adecuado manejo de la información, esto se realizará adecuando la sistematización a las necesidades del departamento.

El informe de costos tendrá dos aspectos: el uno, mano de obra y el otro, son los repuestos y suministros; además, estará dividido por una parte en las zonas o departamentos de producción y por otra en las tareas complejas como montajes, traslados, construcción y reparaciones mayores.

El informe incluye la descripción del equipo, las horas-hombre y los materiales empleados. De esta manera se podrá analizar con facilidad dónde se está gastando el dinero, a la vez que se determinarán los factores que afectan los costos de mantenimiento. Estos tipos de informes revelan cuáles equipos tienen costos elevados y cuáles tienen más averías. Estos informes de costos de mantenimiento son además una fuente importante de preparación y de revisión de presupuestos; además, de estos informes se obtienen gráficos indicativos e índices para establecer estrategias, tomar decisiones y pasar informes a la gerencia.

Se debe tener en cuenta que el departamento de mantenimiento es quien debe tener control sobre los costos; así, aunque las solicitudes de gastos las hacen otras secciones de la planta, es mantenimiento quien tiene la responsabilidad y el adecuado manejo de los gastos.

Los costos de mano de obra son cada día más altos teniendo un efecto muy notable en los gastos de mantenimiento, pero hay otros factores para tener en cuenta y que afectan los costos de mano de obra más que ninguna otra cosa y son:

El número de personas asignadas para trabajar en cada tarea sea el adecuado.

El uso de herramientas y equipo adecuado.

La obtención eficiente de suministros y materiales en la región.

La previsión en la disposición de los materiales con anterioridad al trabajo, en especial durante las paradas o reparaciones mayores.

En cuanto al personal que labora en mantenimiento, deberá incrementar su preparación y capacitación ya que este factor puede influir en los costos de la mano de obra de una manera definitiva. El perfeccionamiento profesional debe constituir siempre una constante en cualquier programa de mantenimiento.

Por otro lado, en referencia a la carga mínima de trabajo en el departamento de mantenimiento, no existe una regla práctica sobre la proporción o número fijo de personas. Uno de los métodos más corrientes para determinar el número de personas se basa en la cantidad de trabajo pendiente en ejecución pero los datos para tener en cuenta deberán ser confiables.

Las cuadrillas de mantenimiento deben estar siempre a un nivel mínimo, cualquier aumento en la carga puede regularse utilizando los servicios de contratistas en mantenimiento. Para quienes no pueden en determinadas circunstancias, siempre existe la posibilidad de conseguir una mayor flexibilidad transfiriendo personal de producción a mantenimiento. Cualquiera de estas modalidades siempre estará bajo la supervisión y dirección del personal de la planta de mantenimiento.

Por otro lado, en referencia a la carga mínima de trabajo, en el departamento de mantenimiento no existe una regla práctica sobre la proporción o número de personas fijo. Uno de los métodos más corrientes para determinar el número de personas se basa en la cantidad de trabajo pendiente en ejecución pero los datos que se deben tener en cuenta deberán ser confiables.

A pesar de todas las técnicas y conocimientos que se utilicen, el elemento humano sigue siendo la parte más importante para controlar y reducir los costos de mantenimiento. Es fundamental conseguir un sincero esfuerzo de cooperación de parte de todo el personal, directa o indirectamente implicado en los problemas de la empresa y en los correspondientes gastos de mantenimiento

4. PROGRAMACION

La programación en un departamento de mantenimiento es vital para el desarrollo de la labor que se ejecuta, puesto que ella es la encargada de la ejecución del programa de mantenimiento y dependiendo de si la labor del programador es eficiente o no, así serán los resultados obtenidos con este programa.

La programación es la determinación de cuándo debe realizarse cada parte de la tarea planificada, teniendo en cuenta los programas de producción, la disponibilidad de materiales y la mano de obra disponible. Cuando la programación se lleva de acuerdo con estas definiciones, hace posible realizar el trabajo con la menor cantidad de interferencia con la producción, ayuda a tratar las tareas en la secuencia adecuada y mantener el personal trabajando con un mínimo de espera entre las tareas.

El objetivo general debe ser conseguir la realización del trabajo en el tiempo más corto posible con la mano de obra disponible.

El número de programadores en el departamento de mantenimiento depende del tamaño de la planta. En plantas muy pequeñas en donde la programación no es factible, el trabajo puede ser manipulado por el mecánico principal con un mínimo de papelería.

Puede darse el caso de que se deba contar con varios programadores especializados, por ejemplo en una fábrica de gran proporción, en donde se tiene un departamento de mantenimiento bastante grande, deben programarse actividades de:

- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Reparaciones mayores.
- Montajes.

La función del programador es desarrollar el programa de mantenimiento establecido, realizando sus funciones de acuerdo con una serie de procedimientos elaborados con anticipación, por ejemplo el procedimiento P-09-01, para mantenimiento preventivo (véase procedimientos tema 2).

Además, debe organizar la información de manera que pueda programar órdenes de trabajo y rendir informes de

Mientras más sistematizada esté la programación, más eficiente será su tarea (en el tema 9 "El Computador como herramienta del Mantenimiento", se trata más a fondo este punto y los logros que se pueden alcanzar con la sistematización).

Lo ideal es realizar la programación en forma centralizada para minimizar el personal. A fin de llevar a cabo una programación eficiente, se deberá tener una papelería que ayude a realizarla.

PAPELERIA

Debido al volumen de información que debe manejar el programador en un departamento de mantenimiento, ésta se debe procesar de una manera ordenada y sistemática; para ello es necesario contar con una papelería bien organizada, con el fin de obtener una labor eficiente.

La papelería juega un papel importante dentro del departamento de mantenimiento ya que de su eficacia depende la exactitud de la información recibida; además, es necesaria para obtener un funcionamiento y control adecuado de las labores de mantenimiento.

Al decidir sobre su organización, es esencial que se haga un estudio de las condiciones existentes y que los resultados deseados estén claros. Cada modelo debe jugar una función importante en el control del personal, materiales o costos de tarea. La papelería es el resultado de un proceso de corrección continua, en donde se realizan ajustes de acuerdo con las variaciones que sufre el departamento.

Demasiados o pocos papeles de trabajo no facilitarán el control. Los papeles de trabajo detallados pueden ser caros. Disminuyen el estímulo del empleado y provocan una complejidad burocrática que complicará la organización del mantenimiento. Por ello, deberá buscarse la simplificación de los informes o la especificación de los mismos.

La sistematización de la información es un factor que hay que tener muy en cuenta al generar la papelería, ya que en el momento de implantarla se puede pasar fácilmente del procesal manual al informático. I

Los papeles de trabajo se pueden clasificar en dos tipos, a saber:

DE PROCESO O DE EJECUCION: son aquellos que se generan diariamente o en intervalos de tiempo muy cortos. Normalmente la información contenida en ellos se procesa a diario; se archivan durante un período de tiempo prudencial y luego se desechan.

Hay que ser conciente que los datos allí consignados deben estar correctamente emitidos e igualmente procesados, puesto que a partir de ellos se obtendrán informes, costos y se corregirán errores. Dentro de este tipo de papeles podemos citar:

Órdenes de Trabajo y Ordenes de Servicio: son peticiones escritas de servicios para cumplir por el departamento de mantenimiento. Establecen, tanto para mantenimiento como para la dirección, la información que señala la realización de un trabajo. Proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan instrucciones de trabajo individual y se hacen asignaciones de tareas al personal y al equipo.

Debido a que todo el trabajo de mantenimiento, excepto las operaciones de rutina, debe programarse. Es deseable poner todas las órdenes por escrito prescindiendo del volumen de la tarea. Esto permitirá una planificación y programación apropiadas y servirá para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente.

Se emplean numerosos tipos de órdenes de trabajo y de servicio. Algunas son pequeñas, únicamente con unas pocas líneas para una breve descripción de trabajo, situación, prioridad, tiempo asignado, tiempo empleado, etc.

Deberá buscarse que los datos registrados en la orden de trabajo sean específicos y de valor para la asignación del trabajo. En la figura 4.1 se ilustran dos modelos de órdenes de trabajo, una que no es ni demasiado breve ni demasiado minuciosa y otra que es bastante breve (empleada en casos de mucha urgencia, para evitar hacerla en forma verbal). En la figura 4.2 se ilustra una orden de servicio más o menos detallada.

Informe diario de Mantenimiento: después de ejecutadas las labores de mantenimiento por cada mecánico, se procede a la presentación del informe; este papel debe contener los informes que sirvan al departamento de mantenimiento en sus actividades de control y al departamento de costos en la distribución de gastos. Normalmente en él se debe incluir el nombre de la máquina a la cual se le practicó el mantenimiento, la sección a que corresponde, una descripción breve del trabajo ejecutado y el tiempo empleado. En la figura 4.3 se ilustra un informe diario de mantenimiento.

ACUMULATIVOS (ser actualizados): son aquellos que únicamente se elaboran una vez y a los que posteriormente se les hacen modificaciones.

Se debe contar con un archivo bien organizado, de fácil acceso en el momento de efectuar las modificaciones. Dentro de este tipo encontramos:

Inventario del Equipo: para una programación y planificación eficaces, es necesario disponer de un registro completo del equipo por mantener.

A cada unidad se le asigna un número de inventario. Puede grabarse sobre una placa metálica y fijarse a la unidad, o adjuntarse de alguna otra manera.

Los mecánicos del área, los electricistas o los ingenieros de adiestramiento pueden llevar el inventario. Algunas compañías tienen empleados de mantenimiento para hacerla, para que se familiaricen con el equipo antes que el programa entre en rigor.

Registro de Equipo: los registros del equipo son tan importantes para una planta con únicamente cien unidades como lo son para plantas con miles de unidades.

Algunas compañías con operaciones por desarrollar en varias plantas, mantienen todos los registros del equipo en la oficina general para que sean utilizados por la división de contabilidad de la planta con especificaciones sobre depreciación y la caída en desuso.

Sin embargo, los registros de equipo son necesarios en el mantenimiento de una planta individual para el anuncio de reparaciones, cambio y piezas de repuesto, así como para la asignación de programas de inspección y de mantenimiento.

El valor de estos informes es ilimitado. En caso de un daño, se pueden conseguir inmediatamente especificaciones exactas de la máquina, de las piezas, el nombre y dirección del fabricante. Sí; la cuestión se refiere al tamaño, peso, lubricación, transmisión de potencia, elementos de protección o fecha de adquisición, la información se encuentra allí.

En algunas empresas se consigna toda esta información en un formato denominado TARJETA MAESTRA, la cual incluye además de todos los datos anteriores, la programación del mantenimiento correspondiente a las 52 semanas del año. (Ver figura 4.4)

ORDEN DE SERVICIO

No.

DIA	MES	AÑO					
DE		SECCION	CODIGO DE TRABAJO				
MONBRE DEL EQUIPO			No. DE LA MAQUINA				
SERVICIO SOLICITADO:							
MONTAJE	REPARACION GENERAL	TRASLADO	ADAPTACION	COTIZACION	ANTEPROYECTO		
PROYECTO	PRESUPUESTO	REFORMA	AMPLIACION	CONSTRUCCION	ORNATO	ASEO	TRASTEIO

DESCRIPCION DEL SERVICIO SOLICITADO

SOLICITANTE		Vo. Bo. DIRECTOR MECANICA ING. JEFE MANT. EDIFICIOS	
SECCION ASIGNADA	PERSONA RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA PROGRAMADA	FECHA DE ENTREGA

COMENTARIOS

INFORMACION DE TRABAJO EJECUTADO

DIA	MES	AÑO	ORDEN DE SERVICIO No.
DE		SECCION	
PARA:			
REF. PROGRAMACION ORDEN			

LA ORDEN FUE EJECUTADA POR

NOTA:
SI EN EL TERMINO DE 15 DIAS A PARTIR DE LA FECHA NO SE HAN HECHO OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO EJECUTADO, SE DARA POR TERMINADA A SATISFACCION LA ORDEN DE LA REFERENCIA.

CORDIALMENTE,

FIG. 4.2

TARJETA MAESTRA

DESCRIPCION	REMISION
MAQUINA: _____	No. _____ PEDIDO No. _____
MARCA: _____	TIPO: _____ FECHA: _____
MODELO: _____	No. SERIE: _____ INSTALADA: _____
CAPACIDAD DE TRABAJO (hora): _____	VALOR \$ _____ OTROS DATOS: _____
FABRICANTE: _____	_____
DIRECCION: _____	_____
CODIGO DPTO. DE COSTOS _____	

S E R V I C I O S

T R A B A J O

AIRE		PRESION _____	CAUDAL _____	CRITICO	
ELECTRICIDAD		VOLTIOS _____	AMPERIOS _____	3 - TURNOS	
VAPOR		PRESION _____	CAUDAL _____	2 - TURNOS	
AGUA		PRESION _____	CAUDAL _____	1 - TURNO	
GAS		TIPO _____	PRESION _____	INTERMITENTE	
			TEMP. _____ °C		

MOTORES ELECTRICOS

[illegible]

REDUCTORES

[illegible]

CATALOGO: FABRICANTE No.

LUBRICACION

PARTES A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	TIEMPO	FRECUE.	NOTA

ELECTRICO

TRABAJO A EJECUTAR	TIEMPO	FRECUE.	NOTA

MECANICA

TRABAJO A EJECUTAR	TIEMPO	FRECUE.	NOTA

PROGRAMACION

MAQUINA _____
No. _____

MAQUINA: _____
SECCION: _____

NOTAS SEMANA HORAS																													TOTAL DE HORAS		
																													L	E	M
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																															
41																															
42																															
43																															
44																															
45																															
46																															
47																															
48																															
49																															
50																															
51																															
52																															

INSTRUCCIONES ESPECIALES _____

5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1 DEFINICION Y PROGRAMACION

Como se mencionó anteriormente, el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los tiempos muertos de producción por tallas y por ende disminuir los costos de la misma

El mantenimiento preventivo no es una panacea, no es un remedio para todos los problemas que se presentan durante un proceso productivo; es simplemente una organización sistemática de lo que tradicionalmente se ha venido haciendo .

Los altos niveles de productividad que se requieren hoy en día, exigen la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia de la producción, la cual es directamente proporcional a la calidad de la información con que se cuenta para llevarla a cabo.

Cuando se vaya a implantar un programa de mantenimiento preventivo, deberá hacerse una primera programación y contar en este momento con las siguientes fuentes de información:

- Catálogos de fabricantes.
- Manuales de fabricantes.
- Planos levantados a la maquinaria (si no existen).
- Memorias de cálculo si se han realizado mejoras o reparaciones.
- Experiencia de los peritos y técnicos en lubricación, electricidad y mecánica, que ayuden a responder las preguntas propias de una programación.
- Listados que contengan la disponibilidad de personal y equipos de mantenimiento.
- Información de los supervisores de producción acerca de tiempos picos, flojos y paradas obligadas de producción, que permitan distribuir de tal manera las tareas de man-

tenimiento buscando minimizar los tiempos muertos de producción por mantenimiento.

Hay que tener muy en cuenta durante la programación de vacaciones y autorización de licencias al personal de mantenimiento, los requerimientos que se tienen de estos empleados en su departamento, para no dejarlos desprovistos de determinado personal en un momento dado.

Se puede llevar a cabo ahora, con esta información, una primera programación, respondiendo siempre, tanto para esta como para las futuras programaciones, las siguientes preguntas:

- Qué hay que mantener?
- Qué hay que hacer para mantenerlo en funcionamiento?
- Cuándo y cada cuánto hay que hacerlo?
- Cómo hay que hacerlo?
- Qué personal se requiere para hacerlo?
- Cuánto tiempo requiere hacerlo?

Se tendrán ahora programadas por semana, las actividades de mantenimiento. Cuando llegue la semana en la cual haya que realizar una tarea, se expedirá por parte del programador de mantenimiento (o por el computador si se tiene sistematizado el mantenimiento), una orden de mantenimiento que indique la ejecución de las actividades para la misma máquina. Esta deberá contener: nombre, código, localización, elemento que se va a mantener, actividad por realizar, quien debe realizarla, tiempo estimado de duración y un lugar en blanco donde la gente de producción colocará el día específico de la semana y la hora en la cual se adelantará dicho mantenimiento.

Una vez concluidas las tareas, sobre el respaldo de la misma orden, o bien en un formato aparte, se colocarán observaciones acerca del tiempo real de duración, posibles correcciones a la frecuencia, métodos, herramientas, etc. A su vez, se informa acerca del estado del equipo, solicitando reparaciones o reposiciones inmediatas o posteriores.

La orden ahora ejecutada y corregida vuelve a las manos del programador de mantenimiento, quien la tomará como una fuente más de información para la próxima programación, que tendrá que ser cada vez más real y acertada debido a la

Constante corrección y a la continua realimentación del programa.

Con el fin de simplificar en lo posible el contenido de la orden de mantenimiento, así como el de dar un mejor manejo a los costos, buscara codificar los datos que esta contenga; por ejemplo:

Nombre de la máquina: asignar un código a todas y cada una de las máquinas a las cuales se efectúa mantenimiento.

Tipo de actividades y cómo desarrollarlas: reducir en lo posible las diversas actividades propias del mantenimiento, especificando de una manera muy clara los procedimientos, elementos, herramientas y precauciones, para realizarla; reunir las en grupos similares y codificarlas. Esta información a su vez puede ser consignada en un libro o especie de Guía de Mantenimiento (Manual de Mantenimiento), que será consultado por los técnicos, con el fin de encontrar todos los datos concernientes a una operación ahora codificada, (este tema será tratado más adelante).

Cada cuánto hay que hacerlo: para esto se pueden establecer letras a cada una de las periodicidades; diario (D), semanales (S), mensuales (M), etc.

- Quién debe realizar la operación: para este efecto, como y lo vimos en el Tema 2, se puede dividir al personal de mantenimiento en diversos grupos según su categoría y especialidad.

Los datos en la orden de mantenimiento quedan consignados ahora de la siguiente manera:

SEMANA 48

Máquina: Prensa dos colores	
	Código: 0482
Localización: Litografía	Elemento: Motor eléctrico
Operación: E-08	Periodicidad: A
Técnico: Eléctrico-2	Tiempo Estimado: 2.5 Hor.
Fecha: Nov. 30-86	

Se nota aquí la importancia del manual de mantenimiento, ya que si no estuviera codificada la operación E-08, se hubiera requerido de mucho más espacio para dar todas sus especificaciones.

Las actividades que hemos venido mencionando se dividen en tres grupo: uno es el de operaciones de lubricación y lim-

pieza, otro es el de revisiones preventivas y por ultimo el grupo de correcciones programadas, que son en la mayoría de los casos una consecuencia de las revisiones.

Las actividades de lubricación serán tratadas más a fondo en un tema posterior.

REVISIONES PREVENTIVAS: esta es una labor sistemática en la cual se fundamenta el éxito del mantenimiento preventivo y consiste en recoger información sobre el estado de las partes de instalaciones y equipos con el fin de detectar posibles puntos de falla o partes descompuestas. Dicha información será utilizada bien para programar una parada de corrección (reposición o reparación) o para generar una orden de mantenimiento correctivo, en cuyo caso se debe ser flexible y si el personal que está haciendo las revisiones está capacitado, se podrá realizar seguidamente la tarea de mantenimiento correctivo, así como los ajustes que permitan un mejor funcionamiento del equipo.

CORRECCIONES PROGRAMADAS: también se les llama correctivo programado y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado una revisión preventiva en la cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo. Como ya lo habíamos mencionado, en el reverso de la orden de mantenimiento o bien en un formato especial, se puede dar esta información al programador para que junto con el supervisor de producción, programen la parada, generando una orden de trabajo.

Otras fuentes de información para realizar una corrección programada son, como se muestra en la figura 5.1 . El mantenimiento predictivo o los mismos operarios de producción que por experiencia acerca de niveles de ruido, vibraciones, temperatura, anomalías en el funcionamiento, etc., sepan cuándo se debe corregir algo; en cuyo caso y por intermedio del supervisor de producción se solicitará a mantenimiento la labor correctiva correspondiente, mediante una orden de trabajo, que será programada como ya se mencionó. Lo anterior no exonera al jefe de mantenimiento de esta responsabilidad.

La retroalimentación de la información y los controles que se hagan con esta, son una base importante para sacar adelante el programa de mantenimiento preventivo.

A continuación se mostrará un esquema que puede ayudar a entender el camino seguido por la información para hacer una programación inicial, así como el rumbo de la retroalimentación (figura 5.2).

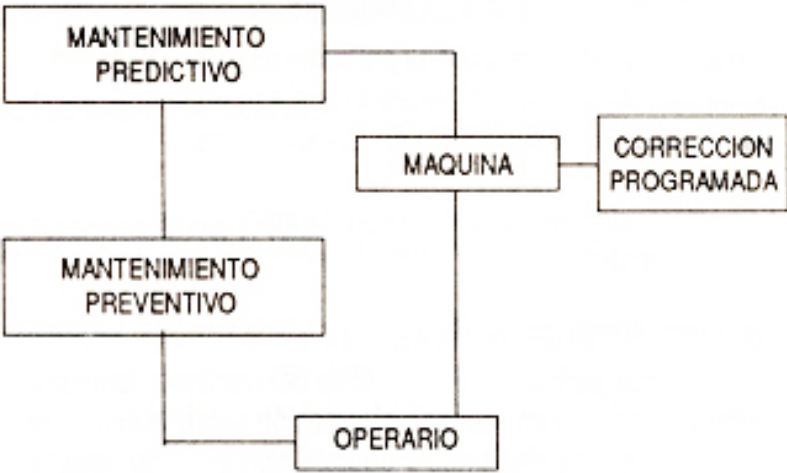
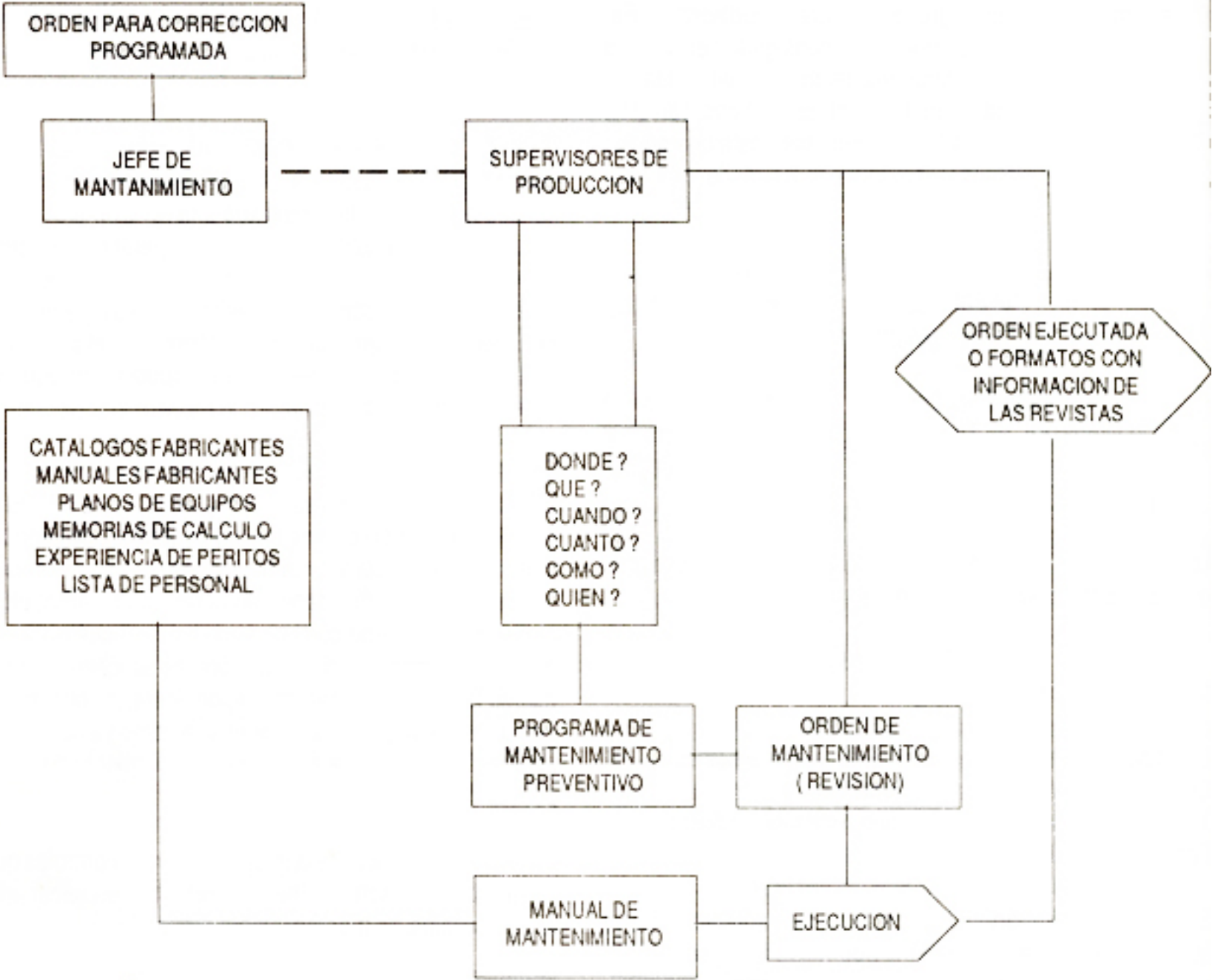


Figura 5.1.
Fuentes de Información para realizar una corrección programada.

5.2 CONCEPTOS IMPORTANTES PARA TENER EN CUENTA DURANTE LA IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es necesario que una vez se hagan los programas de revisiones y reparaciones del mantenimiento preventivo, dichos programas se revisen periódicamente puesto que el mismo desarrollo de estos va dando las pautas para determinar si esa programación inicial fue la correcta y está de acuerdo con' la situación real de producción y por lo tanto con el departamento de mantenimiento, quien atiende dichas necesidades.

FLUJO DE INFORMACION Y RETRO ALIMENTACION



ra 5.2. Flujo de Información y Retroalimentación.

La importancia en la veracidad de la información es indispensable para programar eficiente mente el mantenimiento preventivo, ya que, aunque una tarea se haya programado y no se realiza, es menos perjudicial para el programa consignar "no fue realizada", que dar información incorrecta.

Es importante anotar que el programa de mantenimiento preventivo debe ser flexible respecto del momento en el cual debe hacerse una revisión, adelantándola si se presenta una parada en producción o retrasándola si coincide con un instante crítico en ésta; lo anterior no afectará los resultados siempre y cuando la tarea programada se ejecute.

Para la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo son necesarias ciertas condiciones; quizá la más importante es la referente a la participación ideológica (convencimiento participativo), de todos los sectores involucrados en la marcha del programa. Es necesario un pleno convencimiento a nivel superior de la necesidad de su implantación. Además se necesita un profundo conocimiento del programa, de su metodología y de su administración para que rinda unos verdaderos frutos, buscando que todos los niveles involucrados tomen como PROPIO el programa, convencidos de sus virtudes.

La impaciencia puede destruir el sistema, los niveles directivos pueden estar esperando resultados concretos de disminución de costos y de reducción en el número de paradas en un lapso muy corto, pero se requiere de un período razonable para dejarlo en perfecto funcionamiento. Por lo tanto, es importante que los niveles y departamentos que se verán afectados, se enteren de las dificultades que se presentarán para que colaboren en la mejor forma posible a que el programa sea todo un éxito.

En el mantenimiento es donde tiene mayor incidencia y efectividad la aplicación de los principios de la Administración por objetivos (APO).

La motivación, el trabajo en equipo con un claro sentido participativo y el control por excepción, son herramientas fundamentales para el éxito de la gestión en mantenimiento.

Es obvio que todo cambio implica traumas, dificultades, concientización de todo el personal; por tanto, la implantación de un programa de mantenimiento preventivo debe ser progresiva, (por etapas) y principalmente, debe hacerse en una sección piloto, en la cual se irán corrigiendo los errores, mejorando los métodos y adaptando un sistema conveniente a las necesidades reales de la sección de producción en la cual se está. La sección o máquina escogida como piloto debe ser en lo posible aquella que históricamente haya causado más problemas.

El tiempo prudencial para la implantación del programa es de dos a tres años.

Es necesaria una aplicación selectiva del programa.

No puede hacerse un mantenimiento preventivo a todos los equipos de producción ni a todas las partes, puesto que esto sería sumamente engorroso y difícil de llevar a cabo. Por lo tanto, se hace una selección del equipo que por sus condiciones de producción sea más crítico y necesita una mejor atención por parte del sector o departamento de mantenimiento.

Se deberá también, una vez escogido el equipo y las partes por mantener, establecer una ruta de revisiones a éstas.

También es importante observar que cada industria posee características diferentes y que no es posible copiar los programas de mantenimiento. Las recetas genéricas pueden conducir a un fracaso en el desarrollo del sistema.

Es importante, durante la implantación del mantenimiento preventivo, tener presente la siguiente frase: "Implantar el mantenimiento preventivo exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de las bondades del sistema.

No todas las empresas están preparadas para el cambio. Si un análisis muy objetivo del programa lleva a la íntima convicción de que no es el momento oportuno, es preferible posponer la decisión".

Es obvio, como decíamos, que todo cambio de sistema produce traumas, problemas que deben ser enfrentados y resueltos en la primera fase.

El principal problema que se presenta cuando se introduce un sistema de mantenimiento preventivo es el hecho de un aumento en los costos del mantenimiento general puesto que en las primeras revisiones se encuentran fallas que deben ser corregidas, el consumo de repuestos se eleva, al igual que los tiempos de parada. Entonces se sumarán simultáneamente los costos de mantenimiento correctivo y preventivo.

Por otra parte, si el equipo ha sido manejado tradicionalmente con base en mantenimiento correctivo lo más probable es que se encuentre en un estado de deterioro bastante lamentable y por consiguiente la introducción del mantenimiento preventivo será más difícil. Por lo tanto se recomienda, mientras se pueda, implantar el mantenimiento preventivo después de reparaciones generales; es decir, cuando el equipo esté en óptimas condiciones de operación. Esto es más fácil de hacer en las plantas de proceso tales como refinerías, productoras de cemento, ingenios azucareros, papeleras, don

de normalmente se hacen paradas periódicas largas y se realizan reparaciones mayores de los equipos quedando la planta en condiciones óptimas de operación (mantenimiento periódico).

En una planta que no sea de proceso sino donde las tareas de producción se realizan individualmente, por secciones o por máquinas muy concretas, la introducción del programa de mantenimiento preventivo puede causar mayores dificultades y tener muchos tropiezos.

La información desde un comienzo debe tener una doble intención: la de crear un programa y la de retroalimentar el mismo, en especial lo referente a tiempos de duración y periodicidad de las actividades.

El programa de mantenimiento debe ser flexible ya que en cada momento se encuentran cambios continuos que se deben realizar durante la ejecución del programa, puesto que una vez se lleva la información a la máquina, ésta puede resultar errada (es demasiado corto el tiempo para la realización de la tarea, la frecuencia con que se debe realizar el trabajo debe ser mayor o menor, etc.) esta información debe venir a través de la orden de mantenimiento, o en un formato especial al programador, para que sea corregida en el programa general y dejar que el sistema vaya informándose hasta obtener una situación más acorde con las necesidades reales.

Aunque no existen parámetros matemáticos y tangibles para saber si conviene o no implantar un programa de mantenimiento preventivo, su puesta en funcionamiento muestra muy buenos resultados en nuestro medio.

5.3 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Con un adecuado mantenimiento preventivo, el equipo se conservará en óptimas condiciones de trabajo, permitiendo que la producción continúe su flujo normal sin interrupciones. Los niveles de productividad subirán considerablemente.
- Las personas que laboran con estos equipos se sentirán más satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.
- Los equipos no sufrirán un deterioro mayor cuando han sido sometidos continuamente a un mantenimiento preventivo.
- Habrá menos desperdicio de materia prima, al no ocurrir daños inesperados.

- Se cumplirá con las fechas de entrega ofrecidas a los clientes, los cuales estarán satisfechos con el cumplimiento y la calidad.
- La fuerza de ventas estará más contenta y motivada para realizar más ventas.
- Al reducirse la improductividad de los equipos, los costos por máquina se reducirán también, pudiéndose fijar precios más competitivos.
- Por otro lado se podrán hacer los presupuestos Y proyecciones con más exactitud.
- En cuanto al inventario se refiere, se podrá establecer fácilmente la cantidad máxima y mínima de repuestos, lo cual es más racional. Se podrán adquirir los repuestos con la debida anticipación.
- Se dispondrá de las herramientas necesarias.
- Se podrá programar el trabajo del personal de mantenimiento; esto facilita el que se tenga el necesario para cumplir con las labores previstas.
- Se evitará en lo posible que fallas pequeñas, que no se manifiesten, ocasionen daños mayores. Se podrán planear las reposiciones o reparaciones generales del equipo de acuerdo con producción.
- Se podrán establecer índices para los costos de mantenimiento.
- En conjunto, se disminuirán los costos por una adecuada distribución de los recursos humanos, físicos y financieros.

5.4 REQUISITOS INDISPENSABLES PARA IMPLANTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Si una vez hecho el estudio de factibilidad para la implantación del Mantenimiento Preventivo, se concluye que si va a ejecutarse, es necesario contar con lo siguiente:
- Personal directivo capacitado para administrarlo.
 - Personal técnico capaz de hacerla funcionar.
 - Convencimiento pleno por parte de todas las personas involucradas, de la eficiencia y bondades del programa.
 - Recursos financieros para iniciarlo.
 - Sistema adecuado de acopio y manejo de información.
 - Áreas productivas, administrativas dispuestas a colaborar.
 - Sistemas de control para costos, presupuestos y actividades.

6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMA L.E.M.

Investigaciones realizadas por el ingeniero inglés John Castles, demostraron que para tener éxito en cualquier sistema de mantenimiento preventivo en la industria latinoamericana, éste debería cumplir los siguientes requisitos:

- Que sea fácil de organizar.
- Que sea fácil de entender.
- Que sea fácil de administrar.

Basándose en estos tres principios, se creó el sistema de mantenimiento preventivo L.E.M.

Este sistema se aplicó por primera vez en la empresa Cerro de Pasco Corporation en su planta de refinación de plomo y cobre en la Oroya, Perú, en el año de 1959 por el ingeniero John Castles. En Colombia se ha aplicado en algunas empresas, una de ellas Carvajal S.A., donde intervino el mismo ingeniero y hasta la fecha se han obtenido muy buenos resultados.

En esencia un sistema L.E.M. no es más que un programa de mantenimiento preventivo idéntico al que se mencionó en el capítulo anterior, sólo que en este las actividades propias del mantenimiento están agrupadas en tres especialidades, tienen un tratamiento específico y se prestan más para la sistematización. Los tres grupos son:

- L: Actividades de lubricación.
- E: Actividades eléctricas y electrónicas.
- M: Actividades mecánicas

Debido a que la mayoría de los mecanismos que componen un equipo necesitan lubricación, estas actividades son las más numerosas y por consiguiente es necesario codificarlas y estandarizarlas para mejorar su manejo como lo veremos más adelante.

Las actividades eléctricas propiamente dichas son pocas debido a que en estos elementos no hay desgaste por no haber friccionado y esta constituye la mayor fuente de falla. Lo mismo sucede si nos referimos a los elementos electrónicos tales como computadores e instrumentos de control y medición, en los cuales la mayoría de las actividades, son correctivas, por ser paradójicamente, casi nada lo que se les puede ha-

cer para prevenir danos imprevistos, limitándose sólo a labores tales como:

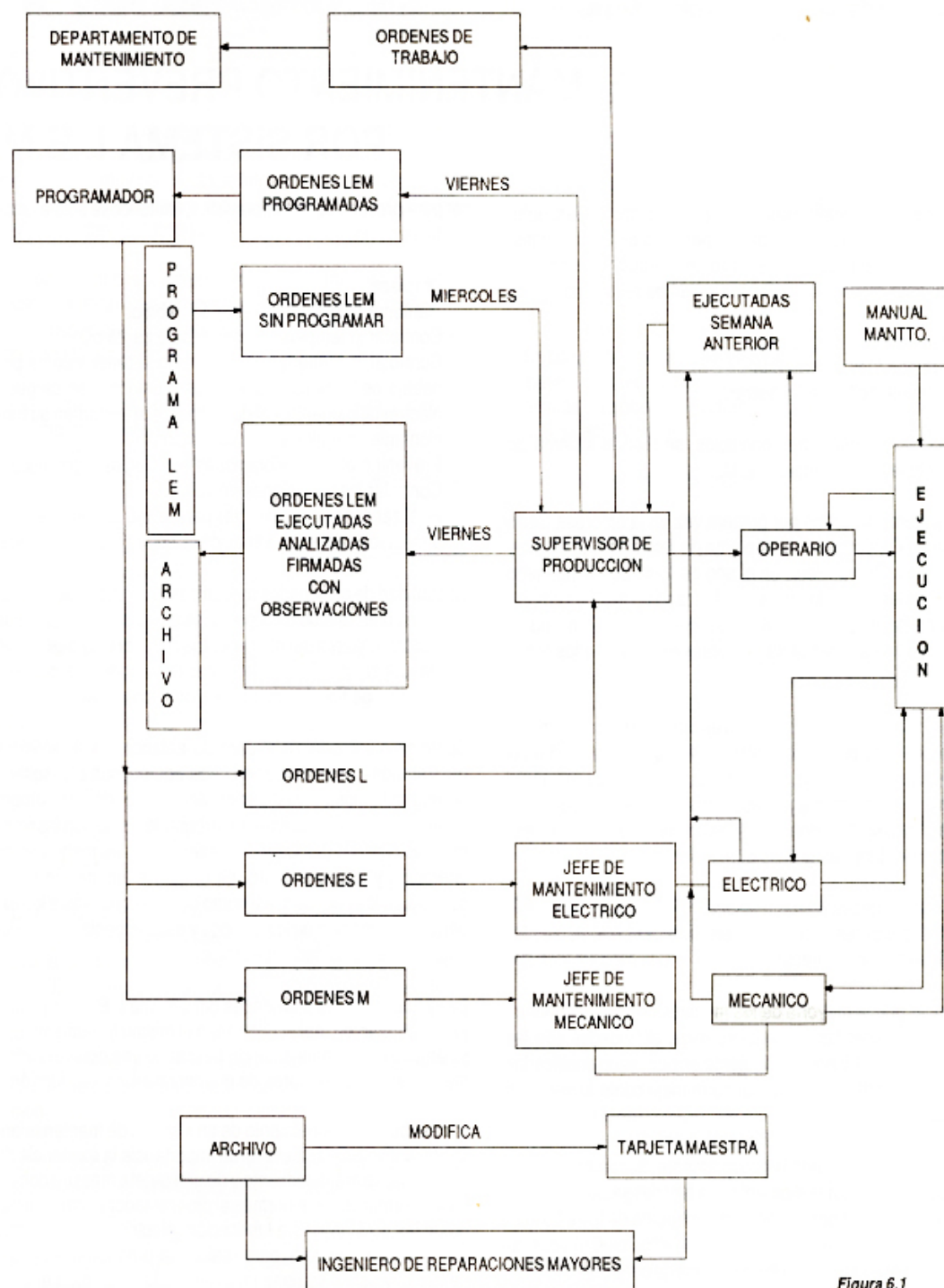
- Limpieza.
- Mantener limpio el ambiente de trabajo.
- Controlar la temperatura por debajo de 26 oC.
- Controlar la humedad relativa, ya que tener valores por debajo de 40% hace que estos elementos se carguen electrostáticamente y al descargarse, trastornan su funcionamiento y alteran la información.
- Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos.
- Controlar las variaciones de voltaje.
- Realizar conexiones directas para evitar cortes en el flujo o inestabilidades por variaciones en la carga de la línea.

La cantidad de actividades mecánicas es menor que la de lubricación pero mucho más que la de electricidad, ya que sus elementos sí sufren desgaste por fricción, por muy buena que sea la lubricación. Dentro de estas actividades se incluyen también las de tipo neumático e hidráulico.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las actividades programadas para realizar en cada equipo, son el resultado de una minuciosa investigación del mismo, de sus componentes y operación. Lo anterior se complementa con las recomendaciones de fabricantes, presentes en los manuales de operación y mantenimiento, el y cuanto a lubricación y frecuencia de los servicios, así como con las consultas a los expertos en el manejo de los equipos y a los especialistas en lubricación, electricidad y mecánica.

La ejecución de las actividades del sistema L.E.M., en cuanto al momento de realizarlas tienen el mismo tratamiento que se enunció en el tema anterior, buscando una continua información entre los sectores de mantenimiento y producción.

Para el buen funcionamiento de un sistema de mantenimiento preventivo L.E.M., tiene gran importancia la existencia de un manual de mantenimiento y de una tarjeta maestra con toda la información, que permita al programador hacer un listado de las actividades de lubricación, eléctricas y mecánicas que el equipo requiera, para realizar la programación anual de estas Y' (si no se tiene un computador, vital para el éxito de este sistema), expedir las órdenes semanales de mantenimiento.



A continuación describiremos (por considerarlo de suma importancia para establecer la función de cada persona en el mantenimiento preventivo L.E.M.), el rumbo seguido por una orden semanal de mantenimiento en una de las empresas donde se encuentra implantado este sistema, con muy buenos resultados.

El programador de mantenimiento entrega a mitad de semana (día miércoles), a los supervisores de producción, las órdenes de mantenimiento correspondientes a la semana siguiente.

Cada supervisor de producción anota en cada orden, el día y la hora en que puede efectuarse dicha actividad y las devuelve al programador de mantenimiento, a más tardar el último día hábil de la misma semana

El programador de mantenimiento adjudica las órdenes, ahora programadas, de la siguiente manera:

Jefe de mantenimiento mecánico: órdenes con notas "M"

Jefe de mantenimiento eléctrico: órdenes con notas "E"

Supervisor o jefe de producción: órdenes con notas "L"

Los Jefes de mantenimiento mecánico y eléctrico entregan las órdenes, para su ejecución, a mecánicos y electricistas en capacidad de realizar las actividades.

En cuanto al día de la ejecución, se puede ser algo flexible siempre y cuando la tarea se cumpla en la semana para la cual fue programada.

Cada supervisor de producción que ha recibido las órdenes con notas "L", las reparte para su ejecución a los operarios responsables de cada máquina; además, recibe de los mismos operarios, de los mecánicos y de los electricistas, las órdenes ejecutadas durante esa semana, analiza, en éstas las observaciones anotadas y si hay fallas, elabora las solicitudes u órdenes de trabajo correspondientes, enviándolas al departamento de mantenimiento; seguidamente, firma las órdenes ejecutadas y analizadas y las entrega al programador de mantenimiento a más tardar el último día hábil de la semana en que fueron ejecutados.

El programador de mantenimiento determina en compañía del jefe de mantenimiento eléctrico y mecánico, si es necesario corregir la periodicidad o el tiempo de ejecución de una actividad determinada, de acuerdo con las obser-

vaciones que haya hecho el ejecutante; si es así, hace las anotaciones correspondientes en dicha orden y corrige el programa anterior que está en la tarjeta maestra o en el computador (si se tiene computarizado el mantenimiento), archiva las órdenes ejecutadas y mensualmente elabora un informe de cumplimiento del mantenimiento por secciones, que envía a los jefes de producción correspondientes y gerentes; además, envía un informe global a control de calidad para que sea incluido en el programa estadístico de cumplimiento de entregas.

La secuencia antes descrita es bastante flexible y debe adecuarse a la situación existente en ese momento. Por ejemplo, en una labor de desmontaje son los mecánicos y no los operarios de producción quienes realizan la lubricación.

En la página anterior mostramos un diagrama que puede facilitar el entendimiento del rumbo seguido por una orden de mantenimiento desde el momento en el cual se expide.

Ver Figuras 6.1

6.1 TARJETA MAESTRA

Con el fin de reunir la información de un equipo en particular para elaborar un programa sistematizado de mantenimiento preventivo L.E.M, el programador de mantenimiento debe diseñar un medio que se adapte de la mejor manera posible a las necesidades específicas del programa y de las personas que lo manejan.

Un buen ejemplo de lo anterior, es lo que en algunas empresas se denomina "Tarjeta Maestra", en la cual se incluye toda la información de la máquina y se consigna de una manera detallada el programa de mantenimiento preventivo L.E.M .. A continuación se explica el contenido de una tarjeta maestra.

- MAQUINA: definida por su nombre. marca, modelo, número de serie, fabricante, año de fabricación, capacidad, fecha de instalación, valor y todos los datos que sean de interés.

- TRABAJO: se debe indicar aquí el tiempo que trabaja la máquina (1,2 o 3 turnos) y si dicha labor es crítica dentro' de la línea de producción. con el fin de que el personal que labora en ella sea conciente de su importancia y de la necesidades prestarle un servicio rápido y eficiente. Este aspecto tiene gran importancia ya que de la cantidad de turnos depende la frecuencia con que se programan las operaciones.

Figura 6.2 Tarjeta maestra

TARJETA MAESTRA

DESCRIPCION	REMISION
MAQUINA: _____ No. _____	PEDIDO No. _____
MARCA: _____ TIPO: _____	FECHA: _____
MODELO: _____ No. SERIE: _____	INSTALADA: _____
CAPACIDAD DE TRABAJO (hora): _____ VALOR \$ _____	OTROS DATOS: _____
FABRICANTE: _____	_____
DIRECCION: _____	_____
CODIGO OPTO. DE COSTOS _____	_____

S E R V I C I O S

AIRE		PRESION	CAUDAL
ELECTRICIDAD		VOLTIOS	AMPERIOS
VAPOR		PRESION	CAUDAL
AGUA		PRESION	CAUDAL
GAS		TIPO	PRESION

T R A B A J O

CRITICO	
3 - TURNOS	
2 - TURNOS	
1 - TURNO	
INTERMITENTE	

MOTORES ELECTRICOS

[illegible]

REDUCTORES

[illegible]

CATALOGO: FABRICANTE No.

- **ELEMENTOS DE LA MAQUINA:** se describen los elementos a los cuales debe prestarse un mantenimiento, tales como motores eléctricos, reductores de velocidad (consignando todos sus datos de placa), controles, cojinetes, correas, etc.

- **ACTIVIDADES POR REALIZAR:** luego de, haber realizado, en asocio con los expertos de lubricación, electricidad y mecánica, el listado de actividades necesarias para realizar el mantenimiento preventivo, se consignan éstas en la tarjeta maestra, separando las de lubricación (L) de las eléctricas y electrónicas (E) y éstas de las mecánicas (M). Para cada una de ellas se especifica, también en una labor conjunta, el tiempo de duración y la periodicidad con que se debe ejecutar. Si se tiene implantado el manual de mantenimiento, sólo será necesario colocar el código de la actividad o el número con que aparase la nota (L, E, o M) en el manual. Además, se pueden tener estandarizados y codificados los tiempos de ejecución y las periodicidades. Por ejemplo:

Tiempos de ejecución: trabajarlos como fracciones de hora; 1/4,1/2,3/4,1, 1 1/4, etc. Estos se establecen consultando a los expertos y basándose en el tiempo que requiere un elemento similar.

Periodicidad: se escogerán letras y números que indiquen todos los períodos de tiempo requeridos por las distintas actividades. Por ejemplo:

T: turno	1: mensual
D: diario	3: trimestral
S: semanal	6: semestral
Q: quincenal	A: anual

Las actividades de lubricación deben aparecer en la tarjeta maestra y en un lugar visible del equipo, con el tipo de lubricante que se va a utilizar (codificado como se verá más adelante) y el método por el cual se realizará la lubricación, por ejemplo: graser, aceitera, cambio, gota a gota, nivel, etc.

A continuación damos un ejemplo de cómo podrían quedar consignadas en la tarjeta maestra, las actividades por realizar.

PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	TIEM.	FREC.	NOTA
Engranaje p/pal	Nivel	AC/Marrón	1/4	S	L-08
Reductores	Cambio	GR/Naranja	3	A	L-18

ELECTRICO			
REVISAR:	TIEM.	FREC.	NOTA
Conexiones Eelétricas	2	6	E-01
Motor principal	16	A	E-03

MECANICO			
REVISAR:	TIEM.	F REC.	NOTA
Reductores	8	A	M-01
Cadenas de rodillos	1	6	M-02
Correas en V	1/2	3	M-05

PROGRAMACION: en esta parte de la tarjeta se consignan, de una manera programada, todas las notas L, E, o M que se deben ejecutar a una máquina durante cada una de las semanas del año, procurando que los equipos similares no sean detenidos simultáneamente; también se deben repartir de una manera adecuada las actividades de mantenimiento, buscando que no haya exceso de demanda en el servicio.

Esta programación se hace en una especie de cuadrícula como se muestra en la gráfica siguiente.

En la primera fila se colocan .los tiempos de ejecución de todas y cada una de las actividades L. E. Y M. que aparecen verticalmente, con lo cual queda dividida la cuadrícula en tres grandes franjas correspondientes a las tres clases de actividades; de esta manera, sumando horizontalmente sobre cualquier fila correspondiente a una semana, se obtendrán los tiempos invertidos en esa actividad por cada uno los grupos mencionados. De estos valores se escoge el mayor y se coloca en la columna de tiempo total, ya que las actividades pueden ser simultáneas.

Ahora, si sobre esta última se suma verticalmente, obtendremos el tiempo requerido anualmente por el equipo para efectos de mantenimiento. Nótese que si las actividades

Figura 6.3 tarjeta de programación

PROGRAMACION

MAQUINA

Clausen.

No.

028

NOTAS	L.										E.				M.										TOTAL DE HORAS				
SEMANA	1	1/4	1/4	1/4	1/4	1	3	6			2	2	10	2		1/2	1/2	1/2	2	1/2	1/2	5	3	2	3	L	E	M	T
1																										1 1/4	1 1/2	1 3/4	
2																										1 1/4	1	1 3/4	
3																										1 1/4	1	1 3/4	
4																										1 1/4	1	1 3/4	
5																										1 1/4	1 1/2	1 3/4	
6																										1 1/4	1	1 3/4	
7																										1 1/4	1	1 3/4	
8																										1 1/4	1	1 3/4	
9																										1 1/4	1 1/2	1 3/4	
10																										1 1/4	1	1 3/4	
11																										1 1/4	1	1 3/4	
12																										1 1/4	1	1 3/4	
13	4	8	13	11	17	9	18				1	2	3	11		3	49	17	13	26	28	1	10	18	33	14 3/4	16	17 1/2	17 1/2
14																										1 1/4	1	1 3/4	
15																										1 1/4	1	1 3/4	
16																										1 1/4	1	1 3/4	
17																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
18																										1 1/4	1	1 3/4	
19																										1 1/4	1	1 3/4	
20																										1 1/4	1	1 3/4	
21																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
22																										1 1/4	1	1 3/4	
23																										1 1/4	1	1 3/4	
24																										1 1/4	1	1 3/4	
25																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
26											1	2		11					13	26	28					1 1/4	6	4	6
27																										1 1/4	1	1 3/4	
28																										1 1/4	1	1 3/4	
29																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
30																		17								1 1/4	1	1 3/4	
31																										1 1/4	1	1 3/4	
32																										1 1/4	1	1 3/4	
33																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
34																		17								1 1/4	1	1 3/4	
35																										1 1/4	1	1 3/4	
36																										1 1/4	1	1 3/4	
37																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
38																		17								1 1/4	1	1 3/4	
39						17					1	2		11					13	26	28					5 3/4	6	4	6
40																										1 1/4	1	1 3/4	
41																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
42																										1 1/4	1	1 3/4	
43																										1 1/4	1	1 3/4	
44																										1 1/4	1	1 3/4	
45																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
46																										1 1/4	1	1 3/4	
47																										1 1/4	1	1 3/4	
48																										1 1/4	1	1 3/4	
49																		17								1 1/4	1 1/2	1 3/4	
50																										1 1/4	1	1 3/4	
51																										1 1/4	1	1 3/4	
52											1	2		11					13	26	28					1 1/4	6	4	6
	108										34				83.5										119.5				

INSTRUCCIONES ESPECIALES

no fueran simultaneas , el tiempo total de mantenimien- to al año sería la suma de los tiempos de las activida- des L (1 08), E (34), M (83.5), sumando 225.5 horas que es un 89% más que cuando son simultáneas.

Mediante la programación del mantenimiento preven- tivo L.E.M, se puede saber por parte de producción cuántas horas debe destinar al mantenimiento preven- tivo de sus equipos durante el año y así, programar sus operaciones consecuentemente. De igual manera, el Departamento de Mantenimiento se enterará de las horas-hombre necesarias y determinará su personal.

Debe tenerse en cuenta que lo enunciado anteriormen- te fue sólo teniendo en cuenta el mantenimiento pre- ventivo; queda por determinar (métodos estadísticos), los tiempos y personas que involucra el mantenimiento correctivo.

Cuando se está haciendo la programación anual sobre la cuadrícula se debe escoger, como se observa, una semana de las 52 para hacer mantenimiento general al equipo. En esta semana deben coincidir todas las notas L, E Y M que se hayan fijado para la máquina, aprovechando para ubicar en ella las de periodicidad anual, semestral y trimestral.

Ver Figura 6.3.

También se puede programar un mantenimiento menos general (semestral), tratando de realizar en esa sema- na las actividades más importantes y que garanticen el buen funcionamiento del equipo.

Para tratar de explicar lo de la frecuencia y tiempos de ejecución de las actividades de un equipo, citaremos a manera de ejemplo las operaciones preventivas reali- zadas por cualquier persona a su vehículo. Haremos una operación de mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación.

MECANICO. el fabricante del vehículo recomienda re- visar mensualmente la correa que transmite el movi- miento del motor al alternador, indicándonos que no sólo se debe realizar una inspección visual sino que también hay que chequear su tensión (esta recomen- dación pasa a ser parte del listado de actividades mecánicas). El usuario, haciendo caso de esta reco- mendación y con la experiencia de haberla realizado repetidas veces, puede establecer una periodicidad más acertada, el tiempo de ejecución y la manera de realizar dicha actividad (esto pasa a ser parte integral del mantenimiento preventivo del vehículo).

Lo anterior puede quedar en la mente del usuario o consignado por escrito, para que, una vez se haya realizado lo mismo con todas las actividades reco- mendadas por los fabricantes, se pueda realizar una programación de las actividades mecánicas.

MECANICO			
REVISAR:	TIEMPO	PERIODO	METODO
Correa alternador	1/2 hora	mensual

ELECTRICO: el fabricante recomienda revisar cada tres meses los platinos (se incluye esto en el listado de actividades eléctricas). De la misma forma que antes, el usuario, haciendo caso de la recomenda- ción, practica repetidas veces dicha operación, sin- tiéndose ahora capaz de establecer por experiencia una periodicidad más acertada, el tiempo de ejecu- ción y un método para realizarla. Esto puede quedar en la memoria del usuario o escrito junto con las de- más actividades eléctricas, como se muestra.

ELECTRICO			
REVISAR:	TIEMPO	PERIODO	METODO
Platinos	1 hora	3 meses

LUBRICACION: la recomendación que hace el fabri- cante acerca del cambio de aceite del motor indican que éste se debe hacer cada 4.000 Km o 4 meses y usando aceite SAE-40. El usuario, después de con- sultar esta información con la distribuidora de vehí- culos y la estación de servicio, concluye que esto se puede hacer cada 5.000 Km o 5 meses, utilizando aceite 20W40 sin consecuencias para el motor. Lo anterior obedece a las diferentes condiciones de uso del vehículo. Este tipo de actividades, al igual que las anteriores, pueden quedar sólo en la memoria del usuario o registrarse en un lista, como se muestra a continuación.

LUBRICACION			
OPERACION:	LUBRICANTE	LUGAR	TIEMPO PERIODO METODO
Cambio	20144440	Caerler	3/4 hr. 5 meses

Las secciones de la tarjeta maestra que contienen el régimen de trabajo, la labor por realizar y la progra- mación, deben estar bajo permanente observación y crítica, buscando mantener la tarjeta actualizada, por ejemplo:

- Se aumentaron o disminuyeron los turnos de trabajo.

- Se necesita agregar o suprimir una actividad.
- Se debe incrementar o disminuir la periodicidad de una actividad específica.
- Son muy cortos o muy largos los tiempos de ejecución de algunas actividades.

Cabe anotar que, no por haber realizado un cambio en alguno de los aspectos antes mencionados, éste fue provechoso, es necesario evaluarlo y revisarlo, puesto que cambiar no es mejorar.

Si lo anterior se realiza, las consumas periódicas del programador de mantenimiento a la tarjeta maestra para realizar nuevos programas, tendrán muchos mejores frutos.

HISTORIA DE LA MAQUINA: en esta parte de la tarjeta se deben consignar todos los cambios, reparaciones y modificaciones hechas a la máquina, tratando de especificar en qué consistieran, cuál fue su duración, cuál su costo, la fecha de realización, quién lo realizó y el estado en que quedó. Esta parte tiene vital importancia para que la programación sea eficiente y puede considerarse como la "hoja de vida" de la máquina; junto con las especificaciones técnicas, esto permite conocer el comportamiento de cada una de las máquinas a través del tiempo.

6.2 CODIFICACION y ESTANDARIZACION DE LA LUBRICACION

Por ser las actividades de lubricación las más frecuentes y abundantes dentro de un programa de mantenimiento preventivo L.E.M. es necesario codificar y estandarizar los lubricantes y su manejo.

El primer paso es hacer una lista de los lubricantes requeridos por los equipos de la planta, según recomendaciones de los fabricantes o experiencia de los peritos. Luego, basándose en los lubricantes que existen en el mercado y mediante un diagrama de VISCOSIDAD vs. TEMPERATURA de la A.S. T.M. e ISO que los contenga, reducir la cantidad inicial de lubricantes, escogiendo uno entre los que posean iguales características. Dicha reducción no debe ser excesiva, ni deberá hacer peligrar la correcta lubricación de la maquinaria. Una cantidad aconsejable de lubricantes está entre 15 y 20, incluidos los especiales y aditivos.

El paso siguiente es codificar los lubricantes por medio de figuras geométricas y colores, basándose para la escogencia de estos en que sean bastante perceptibles y de fácil identi-

ficación, teniendo en cuenta que los colores escogidos no se , confundan con los ya existentes dentro de la planta tales como: azul para aire comprimido, verde para el agua, amarillo y negro para peligro, etc.; además, se puede utilizar una como binación de colores; así, para aceite, blanco y amarillo. A continuación damos un ejemplo que corresponde a la simbología adoptada por algunas empresas en Colombia, donde los aceites se representan por un círculo, las grasas por un cuadrado y los aditivos o advertencias especiales por un triángulo. Estas figuras se pintarán con diversos colores, puesto que la experiencia ha demostrado que es inútil citar lubricantes por marcas y nombres, primero porque los nombres a menudo están en idiomas extranjeros y segundo, si la empresa cambia de una marca de lubricante a otra, siempre habrá alguien que encuentre cómo quejarse del cambio.

Las figuras geométricas no son incluidas en la programación, como sí lo son los colores, pero ambos, tienen una gran importancia en cuanto al abastecimiento, manejo y aplicación t de los lubricantes.

Fijándose en la tarjeta maestra de cierta máquina, se procede a pintar, en un lugar visible, círculos, cuadrados y triángulos de diferentes colores de acuerdo con los lubricantes que ésta requiera. Cerca de ella, debe existir un lugar donde estén almacenados los lubricantes necesarios en recipientes ~ con su símbolo y color correspondiente. Al mismo tiempo, se deben tener, también marcados, todos los elementos que se requieran para su aplicación (graseras y aceiteras).

Hasta ahora hemos mostrado la manera de indicar los lubricantes que requiere una máquina o equipo; falta indicar dónde debe aplicarse cada uno de estos y cada cuánto debe hacerse esto. Para ello, nos volvemos a fijar en la tarjeta maestra donde se indique el lugar de aplicación, el lubricante que se va a utilizar y su periodicidad. Con estos datos, buscamos en la máquina el lugar específico pintándole encima una figura de un color que esté de acuerdo con la información consignada nada en la tarjeta maestra; a continuación, sobreponemos una letra o número que indique su periodicidad.

Tomemos por ejemplo una bomba centrífuga de agua. Encontramos en la tarjeta maestra los siguientes datos.

PARTE A LUBRICAR	LUBRICANTE	TIEMPO	FREC.	NOTA
Cojinetes eje	AC/Rojo	1/2	S	L-06
Cojinete motor	GR/Verde	3/4	A	L-09
Acople	GR/Verde	1/4	6	L-15

- Se pinta sobre un costado de la bomba un círculo de color rojo y un cuadro verde (Lubricantes requeridos).

Se procede ahora a pintar las tapas de los cojinetes de la bomba con un círculo rojo y una S encima (fig.1). Luego se pintan las tapas del cojinete del motor y del acople con un cuadro verde, sobreponiéndoles una A y un 6 respectivamente (lugar específico y periodicidad).
- Como se puede apreciar, de esta manera es posible marcar todo el equipo de una planta, de modo que el lubricador (operario) puede, sin referirse a libro o cuadros, saber inmediatamente:

- Qué lubricantes requiere la máquina.

- Dónde debe aplicarlo.

- La periodicidad con que debe hacerlo.

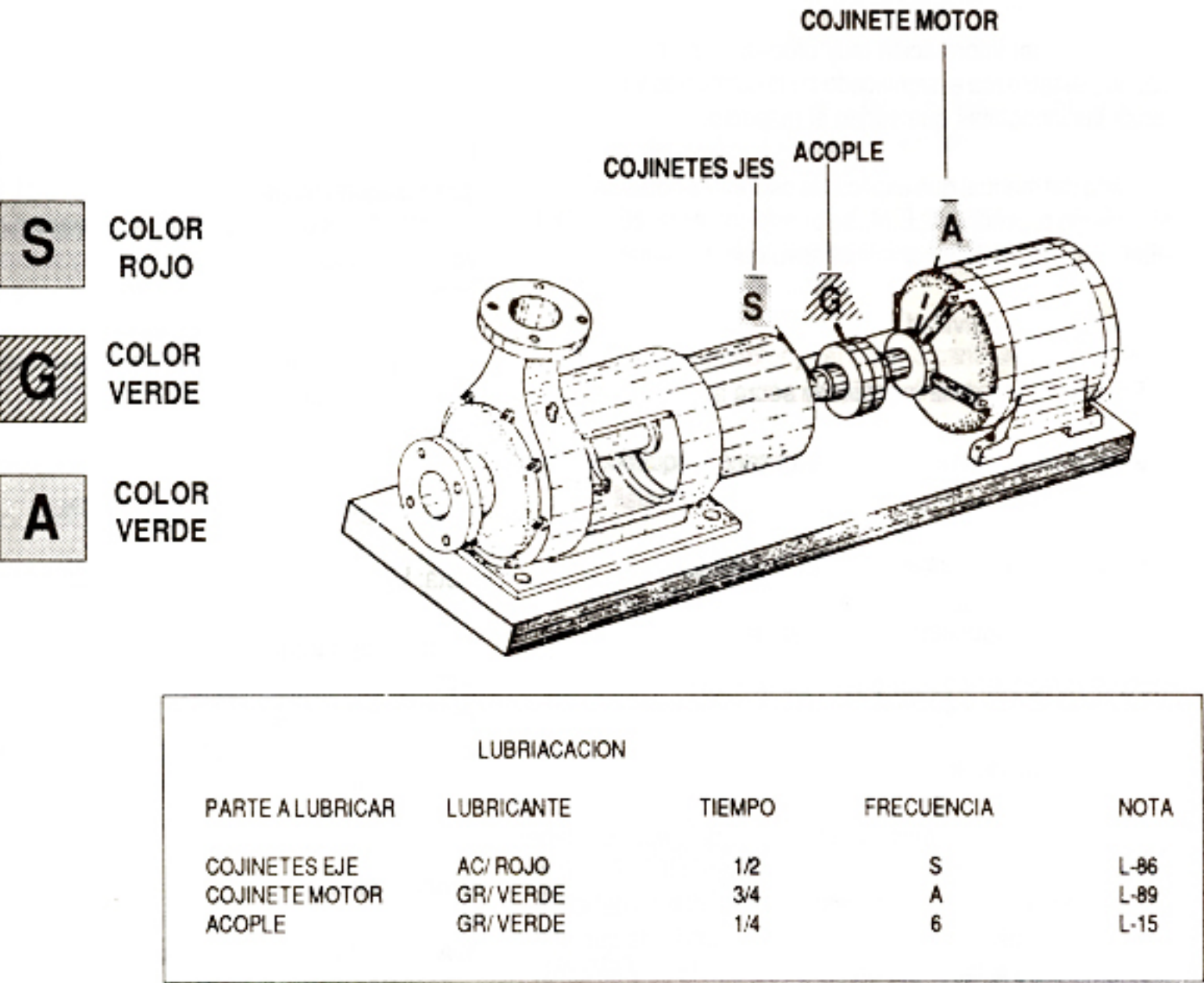


Figura 64 Programación de la Lubricación en una bomba de agua.

Para el abastecimiento, manejo y aplicación de los lubricantes, hay que ser muy estrictos e instruir claramente a los almacenistas y operarios que respeten los códigos establecidos. Por ejemplo:

El almacenista sólo debe suministrar el lubricante que indique el recipiente traído por el operario; si el recipiente no tiene marca, no se debe suministrar. El operario debe mante-

ner marcados, con la figura del color correspondiente, los recipientes de almacenaje y los elementos de aplicación. No debe confiar ciegamente en su memoria para recordar qué lubricante tiene guardado en un recipiente determinado. Se deben mantener pintados correctamente los puntos de aplicación, procurando que cuando el equipo sea pintado totalmente, no se toquen estos lugares o en su defecto sean repintados.

7. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este manual quedan consignados todos los datos que se hayan codificado para agilizar el mantenimiento preventivo, tales como los colores y símbolos de lubricación y lo concerniente a las notas de mantenimiento preventivo por sistema L.E.M.

Debe contener información muy precisa, concreta y detallada, que establezca el significado de lo codificado y responda todas las incógnitas que surjan al respecto.

La parte del manual que explica las diferentes notas del mantenimiento preventivo L.E.M., se puede comparar con un manual de procedimiento administrativo que contiene:

- Código de la actividad.
- Equipo o parte de la maquinaria sobre la cual se aplica.
- Instrumentos, herramientas y accesorios requeridos para la ejecución.
- Procedimientos y estándares de la ejecución.
- Normas de seguridad y precauciones.
- Observaciones o generalidades.
- Última fecha de actualización.

La parte de procedimientos y estándares de ejecución debe describir, detalladamente y con lenguaje claro a cualquier nivel, los pasos por seguir y la secuencia con que se deben realizar. Para este efecto, se parte de la premisa de que el ejecutante hace la labor por primera vez, con lo cual se consigue eliminar la instrucción permanente. También se debe incluir en esta parte una lista de soluciones a posibles fallas y sus síntomas. Además, de ser posible deben adicionarse gráficos o planos de los elementos con el fin de guiar a quien realiza la labor.

Todas las notas L.E.M. deben estar sujetas a revisiones periódicas para que respondan a las variaciones y modificaciones hechas al equipo.

Durante la manufactura de la nota, es preciso hacer un balance en cuanto a la cantidad de instrucciones se refiere, dejando inscritas únicamente las necesarias. En esta etapa se impulsa la participación de los expertos en lubricación, mecánica, electricidad y electrónica, que son renuentes a la sistematización del mantenimiento, con el fin de que se sientan partícipes y procuren el éxito de las actividades e inculquen a sus subordinados la importancia de ejecutarlas bien.

Retomaremos aquí el ejemplo que se dio en el tema 6, donde se citaron una nota "L", una "E" y una "M" para un vehículo. Estas notas o procedimientos de mantenimiento preventiva, están dadas a manera de ejemplo y se describen aquí únicamente los pasos esenciales de cada operación.

Un verdadero manual deberá ser muy conciso y balanceado en las indicaciones que presenta:

LUBRICACION

Nota: L - Fecha de actualización: Agosto-85
03

Parte de la máquina: Motor.
Actividad: Revisar el nivel de aceite del motor. Frecuencia: Semanal.
Equipo: Antes de empezar a comprobar el nivel del aceite, es necesario tener listo el siguiente elemento:
- Liencillo o trapo.

Procedimiento:

1. Apagar el vehículo y dejarlo reposar cinco minutos para la decantación del aceite.
2. Colocar el vehículo en posición horizontal.
3. Abrir la tapa del capó del auto.
4. Extraer la varilla medidora.
5. Limpiar con el trapo la varilla.
6. Colocar la varilla de nuevo en el agujero del medidor

. 7. Extraer la varilla nuevamente y observar el nivel existente con el indicador de éste elemento.

Si el nivel está bajo, adicione la cantidad correspondiente, teniendo en cuenta que el aceite adicional sea del tipo que contiene el motor inicialmente. Si por un factor u observación se concluye que el aceite está deteriorado, se debe cambiar totalmente, siguiendo el procedimiento de la nota L-05.

Fecha de actualización: Sept-85

. Parte de la máquina: Cáster del motor.
Actividad: Cambio de aceite en el motor. Frecuencia: 4000 Km.
Equipo: Antes de cambiar el aceite es necesario tener a mano los siguientes elementos: t

- Trapo o liencillo seco.
 - Un recipiente con capacidad suficiente para recibir el aceite que se va a drenar.
- Cuartos de aceite según el tipo de motor.
- Llaves de boca fija dimensionadas en pulgadas.
- Embudo con tamiz.
- Destapador o abrelatas.

Generalidades: el cambio del aceite es preferible efectuarlo después que el motor haya funcionado, es decir, cuando todavía está caliente.

Nota: E-15

Procedimiento:

- 1.Antes de colocar el vehículo en el cárcamo o elevador adecuado, afloje la tapa de llenado de aceite e identifíquelo de acuerdo con la orden de trabajo.
- 2.Teniendo el recipiente limpio para recibir el aceite derramado, colocarlo debajo del cáster del motor y utilizando la llave apropiada afloje el tapón de drenaje, cuidando de no quemarse en el caso de que el motor esté muy caliente.
- 3.Al retirar el tapón observe cualquier clase de contaminación o partícula extraña que pueda tener el aceite para determinar el origen o posible aviso de daño interno del motor.

4. Remueva el filtro del aceite e instale uno nuevo de iguales características, siguiendo las instrucciones del caso, que vienen en el filtro nuevo.

5. Después que se haya derramado el aceite del motor, coloque el tapón de drenaje del cáster; en el caso que use empaquetadura se debe utilizar una nueva, apretando a la torsión específica.
6. Aprovechone el motor con la cantidad de aceite nuevo, utilizando el embudo.
7. Después de colocar la tapa de llenado, limpie la base del filtro y del tapón de llenado.
8. Prenda el motor, observe el indicador de presión de aceite y revise posibles escapes o fugas en la base del filtro o tapón de drenaje.
9. Apague el motor y verifique la cantidad en el cáster utilizando la varilla medidora (Nota L-03).
10. Revise el motor a fin de encontrar anomalías, seguir lista de chequeo LCh-04.
11. Llene las requisiciones e informes del caso y estacione el vehículo en el lugar asignado para la entrega.

ELECTRICA

Fecha de actualización: Sept-85
Parte de la máquina: Motor. Actividad: cambio de platinos.

Frecuencia: Cada 10000 Km. o antes si se presenta alguna dificultad en el sistema debido al estado de los platinos.

Ver figura 7.1.

Generalidades: El vehículo debe ubicarse en un lugar adecuado, preferiblemente bajo techo y el motor no debe estar caliente.

Es aconsejable que con el cambio de platinos se cambie también el condensador y se verifique la limpieza y calibración de los electrodos de las bujías.

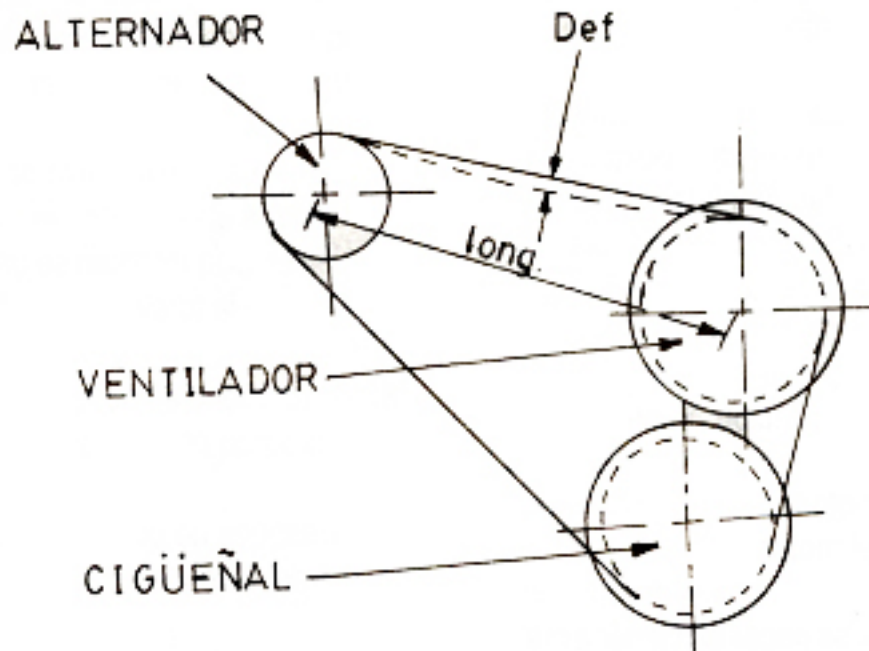


figura 7.1
Distribuidor y platina.

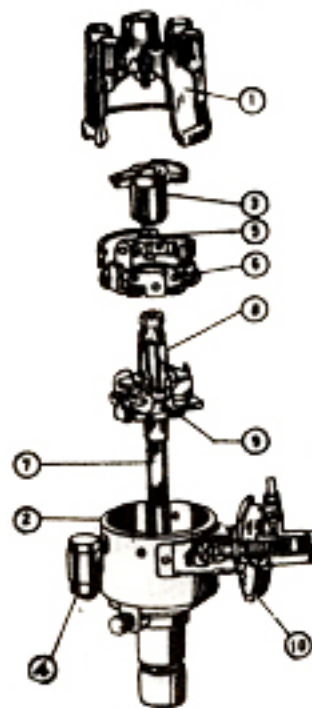
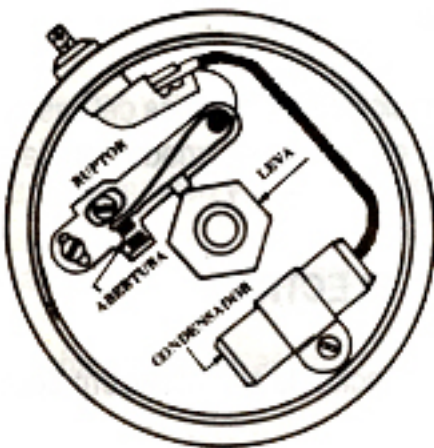


figura 7.2
Deflexión de correas

Equipo:

- Manual del motor con especificaciones técnicas.
- Destornilladores.
- Llaves de boca fija y copas dimensionadas en pulgadas.
- Calibrador de galgas.
- Pinzas.
- Liencillo o trapo.
- Condensador y platino adecuado.

Procedimiento:

- 1.Después de colocar el vehículo en el lugar apropiado, verifique que la llave de encendido esté en posición de cerrado y desconecte la batería.
- 2.Desconecte los cables que van en la tapa del distribuidor teniendo en cuenta el orden y su disposición.
- 3.Desconecte los cables que van a los platinos. Afloje éstos de la base.
- 4.Después de limpiar, revisar y lubricar el conjunto del distribuidor, cambie los platinos (y el condensador si fuera el caso) y conecte los cables removidos, ajuste la abertura de los platinos verificando en cada una de las levas, según las indicaciones del manual del motor.
- 5.Limpie y revise la tapa del distribuidor y el rotor, coloque los, verifique el estado y la disposición de cada uno de los cables de las bujías y la bobina, verifique el orden adecuado.
- 6.Revise el motor a fin de encontrar anomalías, seguir la lista de chequeo LCh-04.
- 7.Llene las requisiciones e informes del caso y estacione el vehículo en el lugar asignado para la entrega.

MECANICA

Nota: M-17 Fecha de actualización' Enero-85

Parte de la máquina: Motor. Frecuencia: Mensual.
Actividad: Revisión de la correa del alternador.

Generalidades:

Es importante la tensión de las correas, ya que son elementos que transmiten el movimiento a los accesorios componentes del sistema. Una correa con poca tensión o defectuosa puede, al patinar, producir una carga inadecuada del alternador o un sobrecalentamiento del motor.

Para comprobar la tensión correcta, se oprime en el centro de ésta y no debe ceder más de su propio espesor por cada metro de banda entre poleas.

Equipo:

- Llaves de boca fija dimensionadas en fracciones de pulgada
- Destornilladores.
- Regla de 30 cm.
- Escuadra de 10 cm.

Procedimiento:

- 1. Mida la distancia entre poleas y el espesor de la correa (E) y calcule la deflexión permisible con la siguiente ecuación:
DEF.= long./100

Donde: DEF= Deflexión y debe ser menor o igual a E cm.

 Long.= Long. entrepoleas en cm.

La deflexión de una correa usada es dos veces la de una nueva; se considera usada después de media hora de trabajo.

- 2. En el centro del plano y en dirección perpendicular, aplique la fuerza requerida para detectar la correa.

Ver figura 7.2

- 3.Si el valor de la deflexión excede a E cm. o sea una vez el espesor de la correa, seguir el paso 5.
- 4.Observe si la correa tiene danos o picaduras en su longitud.
- 5.si es necesario tensionar la correa, afloje los pernos que soportan el alternador y con ayuda de una palanca u otra persona tense la correa a la fuerza requerida. Apriete el soporte del alternador. Verifique nuevamente la deflexión de la correa.
- 6.Revise el motor a fin de encontrar anomalías, seguir lista de chequeo LCh-04.
- 7.Llenar las requisiciones e informes del caso y estacionar el vehículo en el lugar asignado.

8. CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una vez establecido el mantenimiento preventivo y puesto en operación, es absolutamente indispensable proveer diferentes sistemas de control, con el fin de garantizar su permanencia y efectividad.

8.1 CONTROL EN LA TARJETA DE MANTENIMIENTO

El primer control que se establece, está en la tarjeta de mantenimiento preventivo, sobre la cual, en su parte posterior se tiene la posibilidad de dejar constancia del responsable de la ejecución y también debe contarse con la firma del supervisor de producción, quien se hace corresponsable de la ejecución de la orden.

Además, aparece un párrafo de observaciones en el cual se da retroalimentación al sistema en cuanto a la frecuencia de la orden, anticipar o retrasar su ejecución, el tiempo de duración de la misma y los trabajos que deben ser acometidos a través de mantenimientos correctivos programados para ir recuperando el equipo.

Debe proveerse un medio, que puede ser un listado de computador, para almacenar esta información devuelta con la tarjeta de mantenimiento preventivo, con el fin de obtener los beneficios que ella aporta, así:

Programador de mantenimiento preventivo:
Corregir frecuencias y tiempos de ejecución para adaptar cada día más, el programa a la realidad.

Supervisor de producción:
Elaborar la orden de mantenimiento correctivo al departamento de mantenimiento, con el fin de corregir las anomalías.

Jefe de mantenimiento:
Ejecutar efectivamente las órdenes anteriores.

Este listado debe revisarse semanalmente.

8.2 CONTROL DEL CUMPLIMIENTO

El segundo control, se plantea en forma porcentual y compro• mete en forma definitiva la participación del jefe o supervisor de producción. Allí se comparan las órdenes devueltas, cumplidas, a la oficina de programación del mantenimiento preventivo, con las órdenes emanadas de dicha oficina.

8.3 CONTROL DE LOS RESULTADOS

El tercer control es su efecto, en lo que respecta a las para• das del equipo. Se hace a través del informe de horas de parada del equipo de producción.

9. EL COMPUTADOR COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO

El administrador de un departamento de mantenimiento debe tener una visión clara del mantenimiento y de la manera como el computador le será útil en su tarea. Por todo lo anterior, el computador se hace necesario, ya que su implantación provee al departamento de mantenimiento, de una poderosa capacidad para procesar datos.

Veremos en este tema cómo dicha máquina prestará una invaluable ayuda para manejar este departamento. El uso del computador mejorará la labor del personal de mantenimiento, reducirá el tiempo muerto de los equipos, hará más exacta la información, identificará rápidamente las variaciones, apoyará la planeación, organización, ejecución y control; reducirá los costos y se podrán realizar análisis detallados y estadísticos que antes no eran factibles.

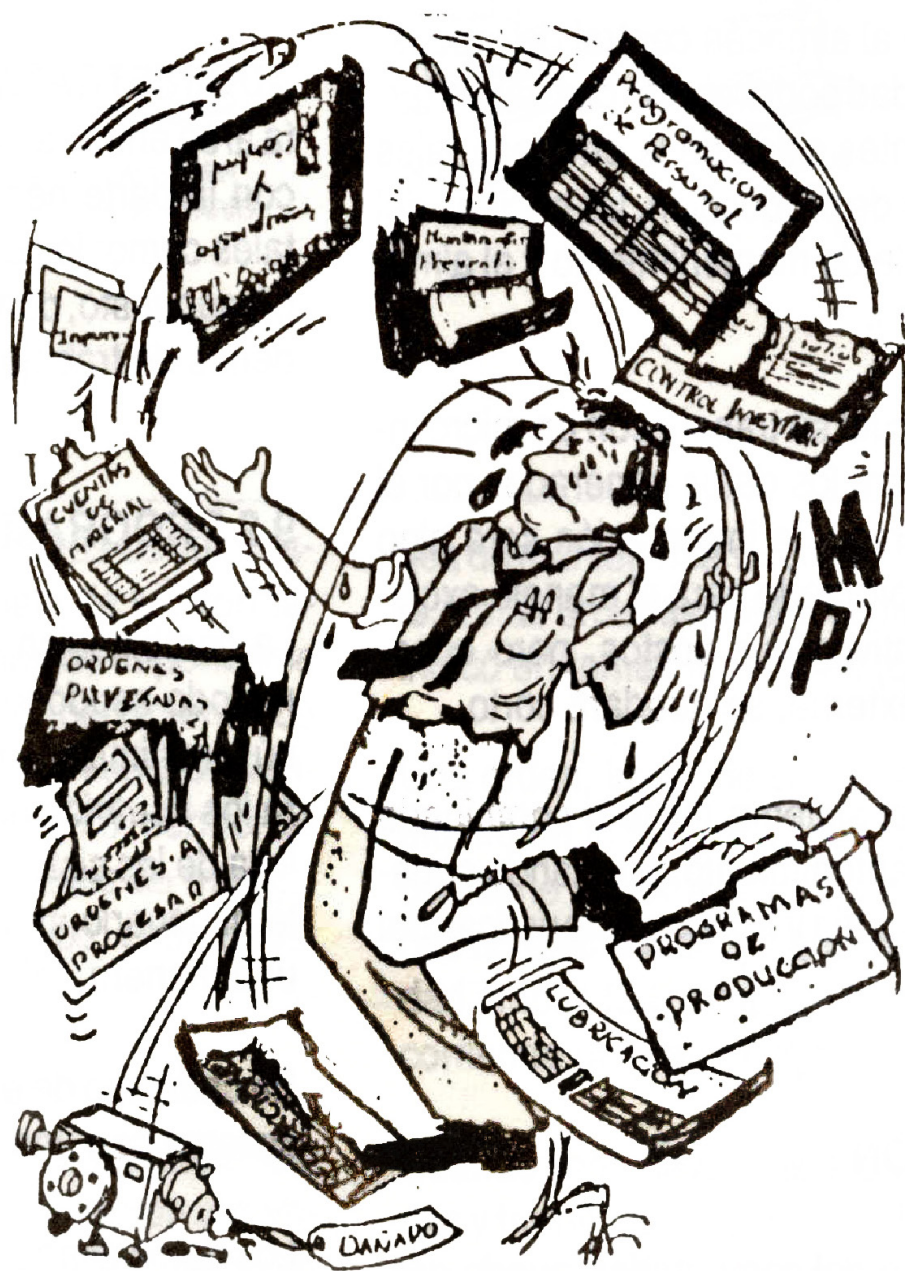


Grafico 9.1 Cuando tendremos nuestro computador.

Si la implantación del computador mejora tan sólo un 15% la eficacia en la labor del departamento de mantenimiento, siendo esto el resultado de un control mejorado de los repuestos, una reducción de la mano de obra, una notable disminución del papeleo y otros trabajos de oficina y un aprovechamiento más eficaz del tiempo del personal de planeación, programación y supervisión, los costos y gastos del mantenimiento se reducirán haciendo que la inversión realizada en el computador sea rentable y el sistema se pague por sí, sólo en un período de tiempo inferior al año.

Como toda herramienta, el computador debe adaptarse a las circunstancias y necesidades de las personas y equipos que se manejan en el departamento de mantenimiento.

El sistema debe ser lo suficientemente flexible y confiable para manejar cambios rápidos en personal, equipos, repuestos y situaciones especiales.

Además, puede estar integrado o conectado a un sistema mayor o unidad central o ser sólo un micro independiente.

En el primero de los casos, el sistema contará con un acceso más amplio a la información integrando a las diferentes áreas de la empresa, así como al almacén central de repuestos y suministros. Esta modalidad podrá contar con varias terminales o pantallas en diferentes sitios de la empresa tales como las diferentes secciones de producción, las oficinas del programador y superintendente de mantenimiento y el almacén de repuestos y suministros.

La segunda modalidad, en la cual se trabaja con un micra independiente, éste sólo manejará los datos generados por el departamento de mantenimiento y la información será algo restringida. Este sistema es apropiado para el manejo exclusivo del mantenimiento preventivo y sus costos, pero cuando se requiera información externa, se quedará corto.

También será posible tener un sistema mixto o combinado dentro del departamento de mantenimiento, quedando supeditada la decisión al tipo de industria ya las características del departamento.

9.1 AREAS DE APLICACIÓN

Hemos considerado que el uso del computador puede dividirse en tres áreas, siendo estas: la netamente técnica, la administrativa y la técnicoadministrativa.

TECNICA: en el departamento de mantenimiento, en algunas ocasiones, será necesario reconstruir o diseñar partes de maquinaria. En este momento el computador se presenta como una excelente herramienta, ayudando a diseñar dichos elementos.

Por lo general, el sistema cuenta con paquetes que incluyen el diseño de elementos tales como: ejes, piñones, cadenas, trenes de engranajes y volantes. Además, existen paquetes para el diseño de estructuras, sistemas térmicos, tuberías y ductos.

Por otro lado, en el taller de máquinas herramientas será de invaluable ayuda para el cálculo de ruedas de recambio y de las relaciones para la generadora de engranajes.

TECNICO-ADMINISTRATIVO: dentro del departamento de mantenimiento, esta es el área donde tiene mayor uso el computador; nos indica el cuándo y cuánto (administrativo) y el qué y cómo (técnico), de todas las actividades (revisión, reparación, construcción, etc.), pertinentes al mantenimiento.

El manejo tanto del mantenimiento preventivo como del predictivo, entraría en esta denominación.

ADMINISTRATIVO: como la palabra lo indica, dentro de esta área entraría el manejo de todos los aspectos relacionados con la parte netamente administrativa del mantenimiento, tales como: los costos de mano de obra y parada de equipo; presupuesto, compras e importaciones y el manejo de las órdenes de trabajo.

9.2 PROGRAMAS Y SU MANEJO

La combinación de pantallas fácilmente accesibles, con el método pseudoconversacional de mando por medio de menús, minimiza la necesidad de una extensa capacitación para los usuarios del sistema. El menú principal consta de una lista de los sistemas o programas, donde cada opción permite al usuario introducir y extraer o procesar información, de una manera ágil.

En cada uno de estos programas, el usuario tendrá acceso al sistema con una palabra clave (Pass-Word).

Los datos almacenados en una central estarán a disposición de las personas conocedoras de esta palabra.

Dentro de los programas con que se podría contar para el

manejo del Departamento de Mantenimiento, y por ende del Mantenimiento Preventivo, están:

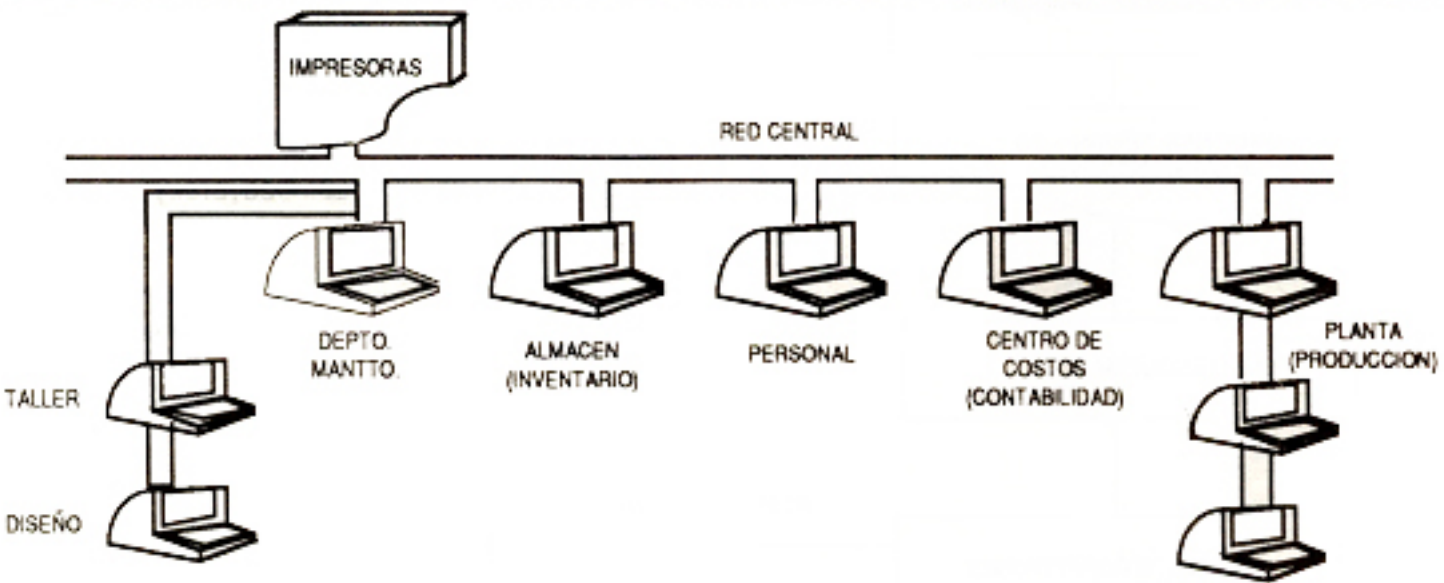
- Ordenes de Mantenimiento.
- Control de existencias.
- Programación del personal.
- Ordenes de trabajo.
- Costos de mano de obra.
- Costos de repuestos y suministros.
- Costos de parada de equipo.
- Historial del equipo.
- Programación de actividades especiales, P.E.R.T y C.P.M. - Presupuesto.
- Importaciones.
- Diseños Mecánicos, Térmicos y Eléctricos.

- Cálculo y diseños de estructuras.
- Equipo auxiliar o sustituto en reserva.
- Medios para repasos generales y repeticiones.
- Informes y estadísticas.

Con el uso del computador se da un manejo ágil, confiable y eficiente a las anteriores variables conexas con Mantenimiento Preventivo; al tiempo que se logra una interacción sistematizada de las mismas.

De ésta manera el computador se convierte en un factor fundamental para el éxito de Mantenimiento Preventivo y se puede decir que una empresa "grande" deseosa de implantar un programa de éste tipo, fracasará si no cuenta con un computador.

Gráfica 9.2



A continuación mostraremos algunos diagramas de flujo, esquemas y explicaciones referentes al manejo de la información en ciertos programas que consideramos de importancia dentro de la administración eficiente del departamento de mantenimiento y por consiguiente del mantenimiento preventivo. Tales son: el de órdenes de mantenimiento, control de existencias, programación de personal, órdenes de trabajo, costos de mano de obra y de parada de equipo, entre otros.

Ordenes de Mantenimiento

Las órdenes de mantenimiento tienen una y al importancia dentro del Mantenimiento preventivo. Su introducción al computador, con el objeto de manejarlas, provee a este departamento de una gran agilidad, exactitud y eficiencia, siendo, necesario introducir en él la programación de actividades (anual, por semanas), que se tiene en la tarjeta maestra y además diseñar a la vez un programa de computador que se encargue de expedir semanalmente (los miércoles), las órde-

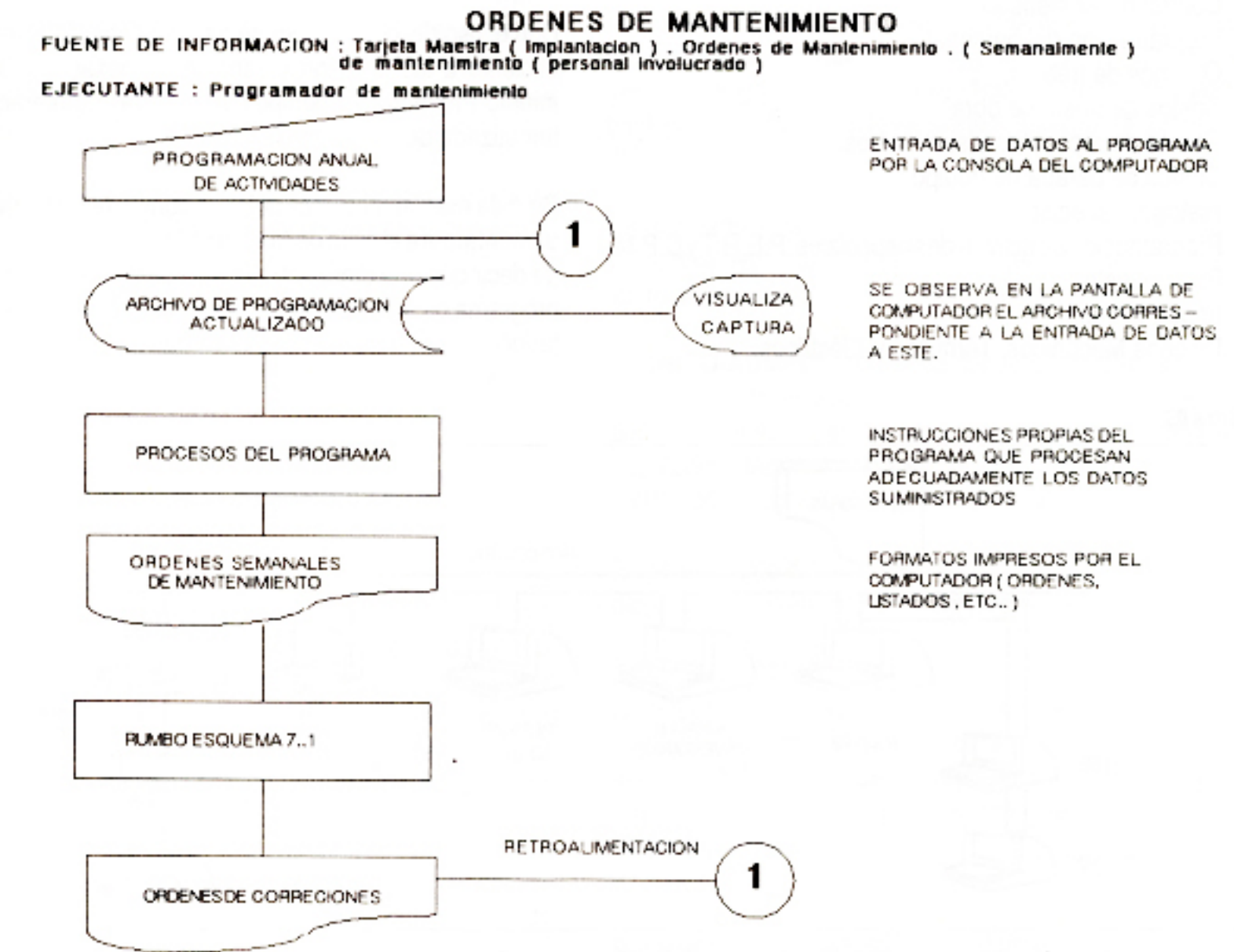
nes de mantenimiento correspondientes a la semana siguiente. Estas órdenes deben contener toda la información que se indicó en temas anteriores (qué, dónde, cuándo, etc.).

Una orden, luego de ser expedida, seguirá el rumbo que se mostró en el tema 6, pero resaltaremos aquí la importancia que tiene volver a programar en el computador las actividades no ejecutadas, ya que estas pueden tener una periodicidad amplia (3,6 o hasta 12 meses), en cuyo caso se estaría corriendo un gran riesgo.

Cuando sean devueltas al programador las órdenes ejecutadas y tramitadas, éste corregirá sobre el archivo de computador, las periodicidades o los tiempos de las actividades que así lo requieran.

Ver Gráfico 9.3

Gráfico 9.3 Ordenes. de Mantenimiento.



PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO												
Máquina: Boss				Código: 136								
Horas Semanales	Actividades L				Actividades E			Actividades M				Tiempo semanal
	1	1/4	1/4	4	2.	10.	2.	1/2.	1/2	5.3.		
01	04.	08.	13.					31.	49.			1 1/2
02	04.	08.	13.					31.	49.			1 1/2
--	--	--	--					--	--			----
13	04.	08.	13.	17.	01.	03.	11.	03.	49.	01.	33.	14
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----
52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Utilizar el computador para manejar las actividades propias del mantenimiento de una máquina, será mucho más factible si se tiene implantado el sistema de mantenimiento preventivo L.E.M. y por consiguiente codificadas sus actividades.

Control de existencias

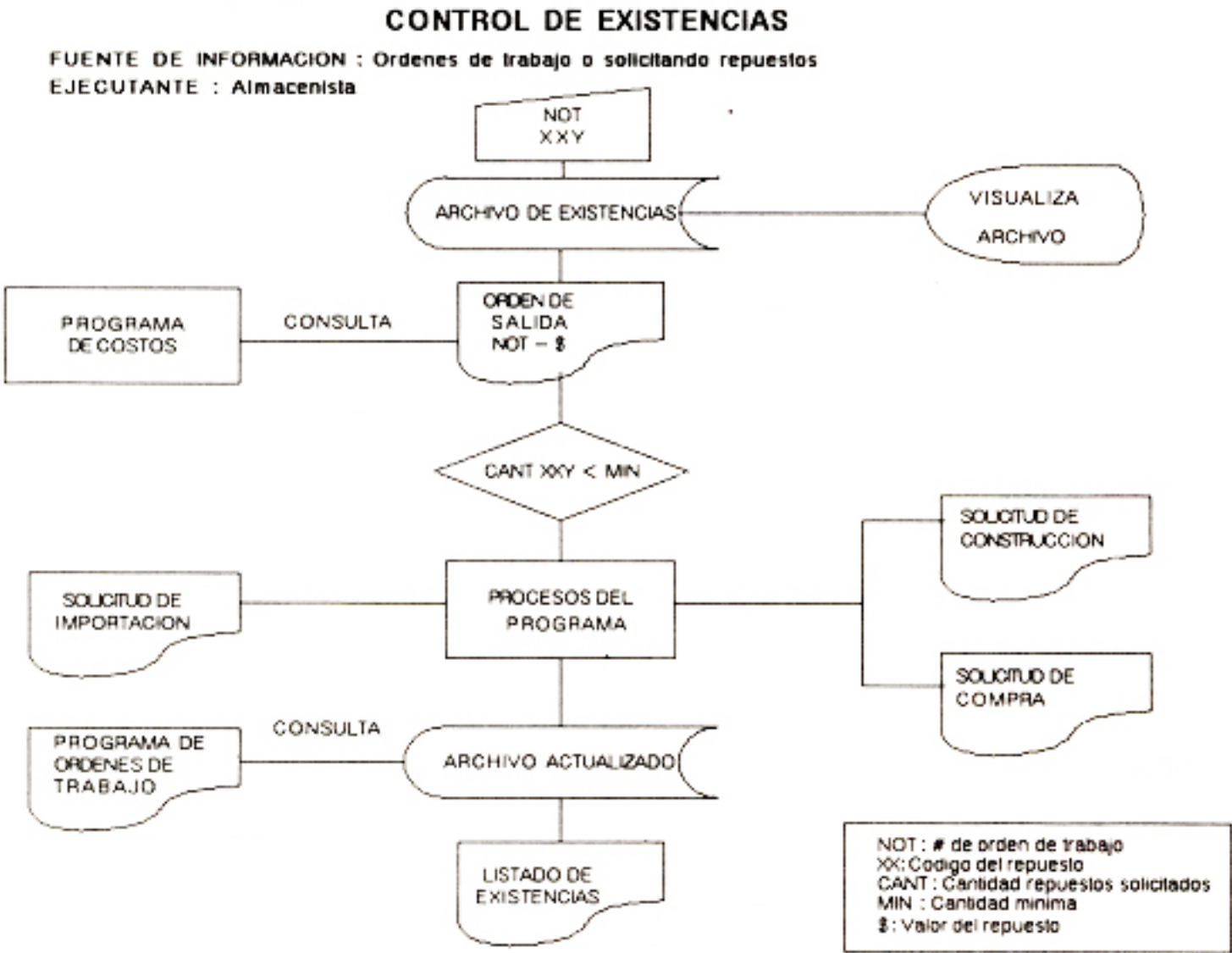
Para este efecto se debe introducir el ultimo inventario del almacén de repuestos y suministros a la memoria del computador, incluyendo la procedencia de cada elemento (taller, compra o importación). Simultáneamente, se efectúa un programa que permita manejar las entradas y salidas de cada ítem del almacén, preguntándose en todo momento si la can-

tidad del repuesto requerido está por debajo de su mínimo; si esto sucede, se expedirá, empleando el computador, una orden de construcción, compra o importación, según sea el caso. Es de suma importancia mantener actualizado dicho inventario para que no pierda credibilidad.

Las cantidades mínimas de cada repuesto se establecen estudiando los requerimientos de cada una de las máquinas por mantener, así como la duración promedio de cada elemento.

Otro aspecto muy importante que se puede manejar en este programa, es el referente a equipo sustituto o en reserva que en alguna ocasión fue reparado y se encuentra disponible.

Gráfico 9.4 Control de existencias.



INFORME DE EXISTENCIAS Semana: 22						
Nombre	Código	Ref. Cat..	Can. Min.	Can. Ext.	Valor	Procedencia
Balinera	73592	21304-C	5	21	2.7	Mercado
Buje	54627	8347/12-1	3	07	0.5	Construcción
Foto Celd.	23564	0021A-09	2	01	5.8	En importación
-----	----	-----	-	--	----	-----

Disponibilidad de personal

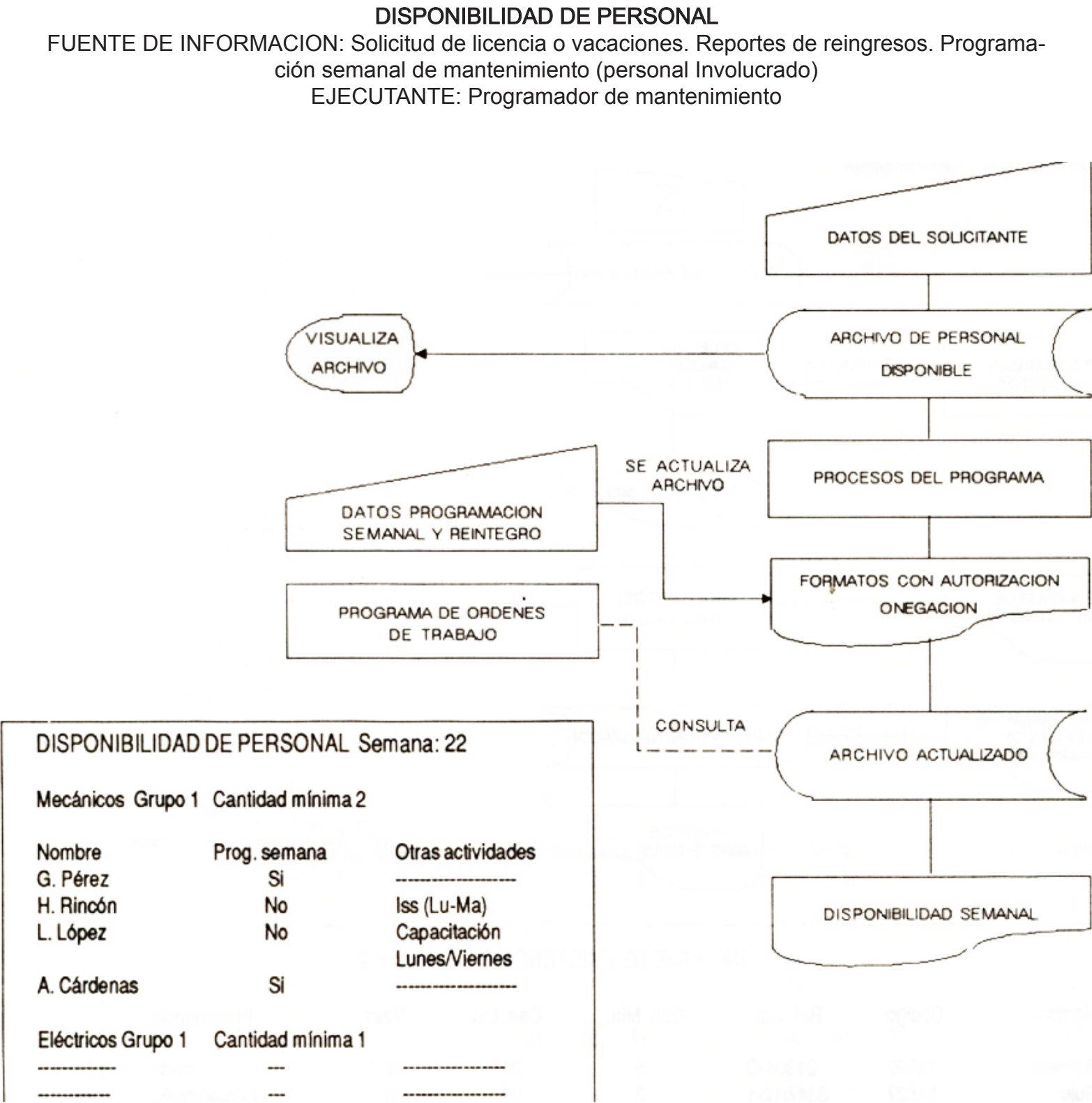
Este aspecto es muy importante, pues permite saber con qué personal se cuenta en determinado momento para realizar una actividad de mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, se debe tener mucho cuidado durante la programación de vacaciones y autorización de licencias a las personas de mantenimiento, para que este departamento no se vea desprovisto de personal v vital en un momento crucial. Esto se puede manejar con mucha más agilidad mediante el computador, ya que teniendo en el archi-

yo a las personas que se encuentran laborando en ese momento, se podrá consultar si es factible autorizar vacaciones o licencias a quienes las solicitan, buscando que siempre permanezca activa por lo menos una persona en las diferentes especialidades de cada grupo. De esta manera se pueden emitir listados de computador que indiquen con qué personal se cuenta en mantenimiento.

Además, basándose en la programación semanal de actividades, se puede elaborar un listado de computador que contenga la disponibilidad diaria de personal que puede ser utilizado para realizar otras actividades.

Gráfica 9.5
Diagrama de flujo que muestra la forma de sistematizar la disponibilidad de personal.



Ordenes de trabajo

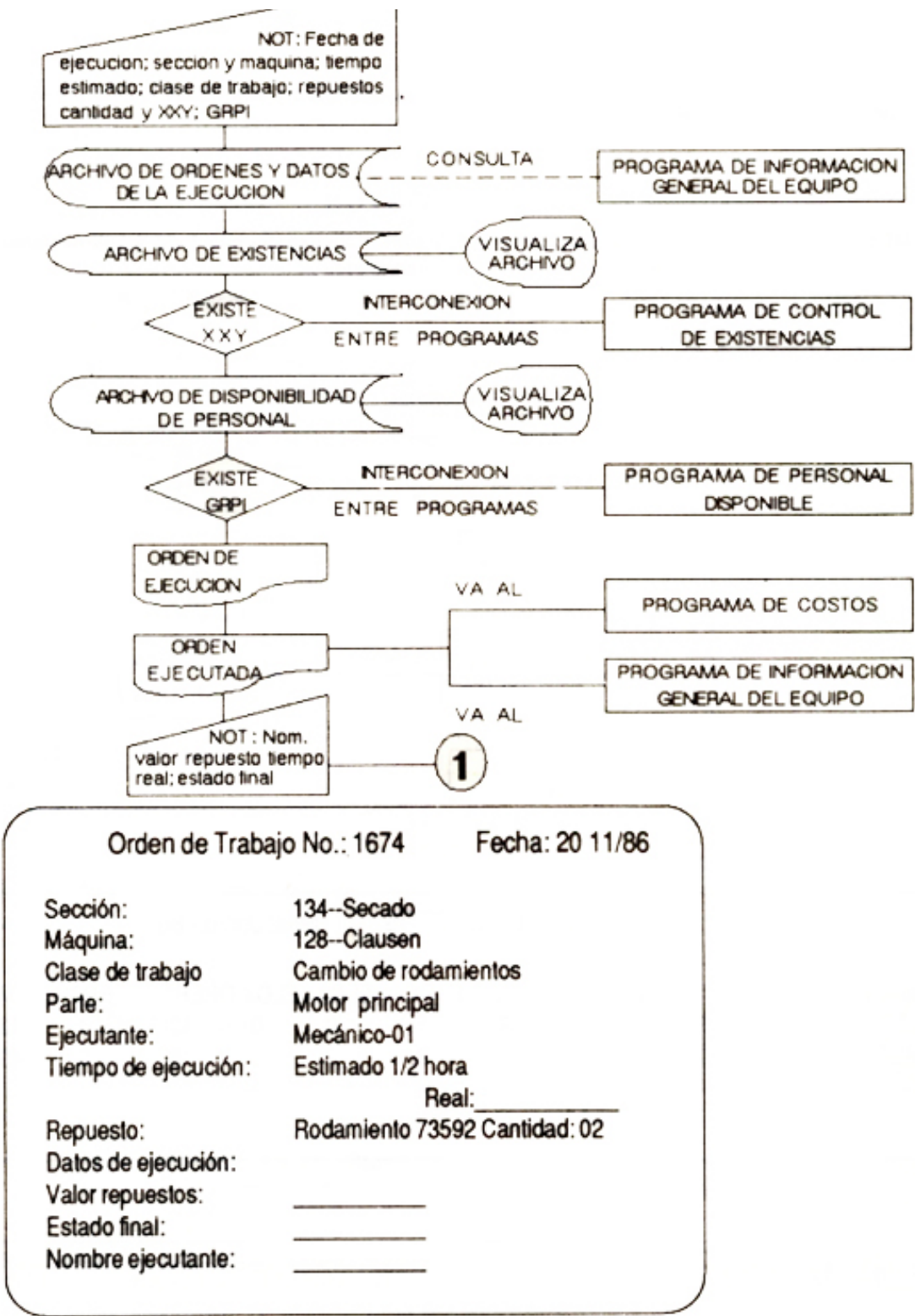
Las órdenes de trabajo, como ya lo hemos visto, son el resultado de una inspección e involucran la necesidad de una reparación (repuesto) y un ejecutante. Para manejar estas por medio del computador, es de vital importancia su interacción con el archivo de existencias, ya que de esta manera se establece si los repuestos requeridos están a disposición. De no ser así, se notifica al almacén para que expida las órdenes correspondientes para su consecución; por lo tanto, este mantenimiento no se programará hasta no disponer de todo lo necesario. Deberá también existir una interacción con el listado

de disponibilidad de personal, que permita escoger al individuo adecuado para realizar dicha actividad; al igual que con los repuestos, no deberá programarse el mantenimiento hasta no disponer de esta persona.

Este programa no sólo debe generar las órdenes de trabajo, sino que también las debe archivar y permitir que una vez se hayan ejecutado, se adicionen a él los datos de duración real, valor del repuesto y estado final del equipo.

En el graf.9.6 se muestra un diagrama de flujo y esquemas a éste respecto.

ORDENES DE TRABAJO
FUENTE DE INFORMACION : Ordenes de trabajo antes y después de su ejecución
EJECUTANTE : Programador de mantenimiento



Gráfica 9.6
Diagrama de flujo
para órdenes de trabajo.

Costos

Como se mencionó en el tema de costos, todas las máquinas y secciones de una empresa donde esté implantado el mantenimiento preventivo, deben estar codificadas.

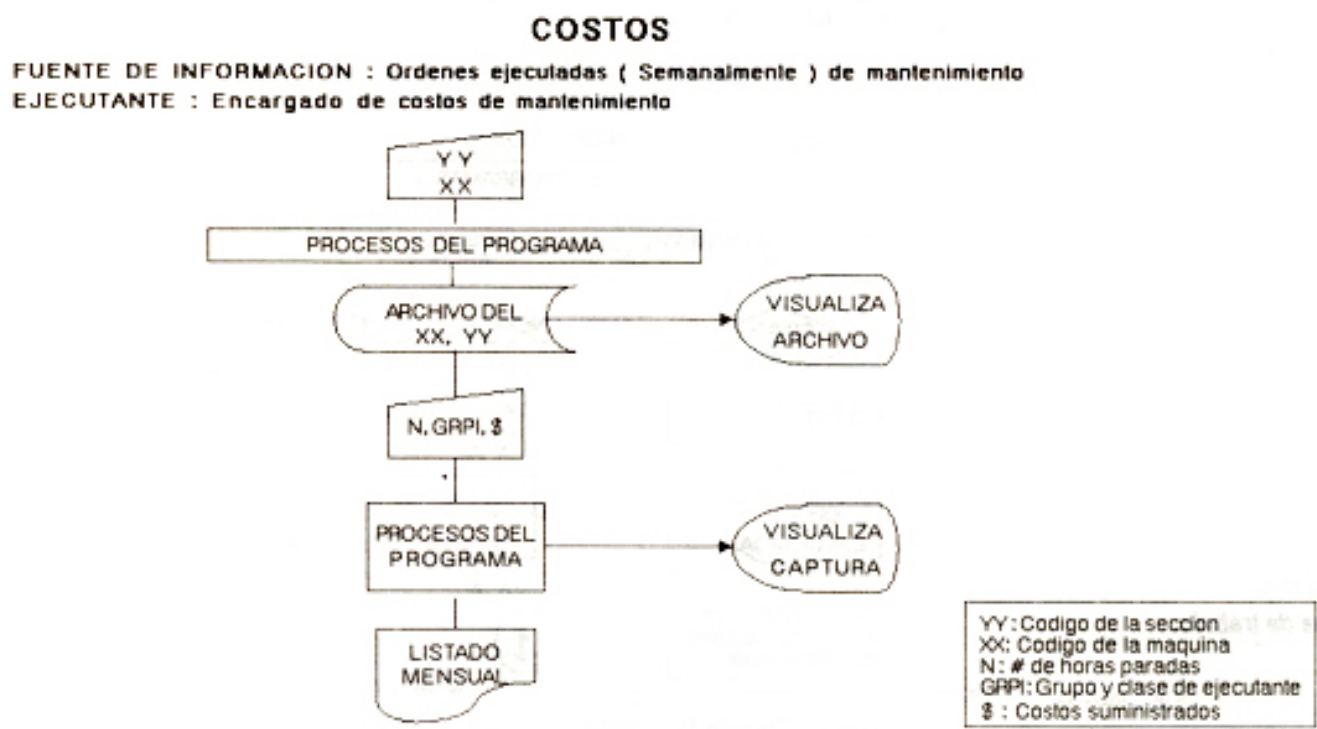
Para el manejo de los costos por medio del computador, se debe diseñar un programa y archivo que permitan, una vez realizada alguna labor de mantenimiento (inspección o corrección), cargar los costos de ésta (mano de obra, parada de equipo y suministros) a dicha máquina y sección, con sólo pulsar los códigos y cifras correspondientes. En este momento debe aparecer en la pantalla un listado que permita visualizar la captura de información .

Teniendo la anterior información archivada en el computador, se pueden obtener fácilmente informes claros de costos (listados por secciones o máquinas), que contengan los va-

lores acumulados durante períodos preestablecidos. Estos informes pueden ser detallados o generales, dependiendo de los requerimientos.

El cargue de los costos se puede hacer por programas y archivos independientes entre si (uno para cada clase de costos) o a uno que contenga las tres clases (mano de obra, parada de equipo y suministros). En ambos casos, los datos para alimentar el programa se extraen de las órdenes ejecutadas, de mantenimiento y trabajo. Las órdenes de trabajo deben contener además, la duración real de la ejecución y el repuesto utilizado con su respectivo valor o, en su defecto, vendrá acompañada de la orden de salida del almacén. Para este programa el computador debe tener en memoria todas las tarifas de máquinas y mano de obra.

Gráfica 9.7.
Diagrama de flujo para cómputo de costos.



INFORME DE COSTOS												Mes: Junio - 86	
Maquina-Operación	MEC.1	MEC.2	MEC.3	ELC1	ELC2	ELC3	OPER1	OPER2	TOT.MO	TOT.P.EQ.	SUMI.	TOTAL	
28-Clausen-REV.INST.	342.	0.	62.	15.	0.	0.	12.	6.	437.	237.	18.	692	
136-BOSS-REP.ADPT.	126.	116.	178.	6.	2.	0.	5.	0.	433.	320.	21.	771	
-----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	

TOTAL	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	

Información general del equipo

El computador es un excelente medio para manejar este aspecto, ya que ahorra tiempo, espacio y papel.

Para tener una historia real del equipo, se debe crear un archivo que contenga todos los datos presentes en la tarjeta maestra, incluso los trabajos que se hayan realizado como reparaciones y modificaciones. Dicho archivo debe permitir el ingreso de más información a este respecto, tratando de consignar la mayor cantidad de datos.

Por ejemplo:

- Explicar, lo más claramente posible. en qué consistió la operación.
- Fecha de realización.

- Costo de la operación.
- Ejecutante.
- Tiempo de duración.
- Estado de la máquina luego de la operación.

Estos datos pueden ser consignados diariamente o por periodos, al cabo de los cuales se consultan el archivo de órdenes de trabajo, capturando las pertenecientes a este equipo.

Si se realiza lo anterior, se contará con la información de todos los equipos de la empresa en un mismo lugar (el computador) y con un método muy ágil de búsqueda (el código de cada máquina).

Grafica 9.8

Cómo archivar la Información general del equipo en el computador.

INFORMACION GENERAL DEL EQUIPO

Descripción:

Nombre: Clausen	Código: 028	Número: 432870-N
Ubicación: Terminado	Fecha de compra: 05-79	Fabricante: K.N.C.
Origen: Alemania	Estado de compra: Usada	Representante: Pérez Ltda.
Valor: US\$ 7.800.00	Puesta en marcha: 08-79	

Condiciones de trabajo: Crítica _____ Turnos: tres _____
dos _____
uno _____

Elementos componentes:

Motores eléctricos

No.	HP	R.P.M.	VOLT.	A.M.P.	Ubicación	Tipo	Serie
---	---	---	---	---	-----	---	---
---	---	---	---	---	-----	---	---

Reductores

No.	HP	R.P.M.	VOLT.	A.M.P.	Ubicación	Tipo	Serie
---	---	---	---	---	-----	---	---
---	---	---	---	---	-----	---	---

Eléctricos y Electrónicos

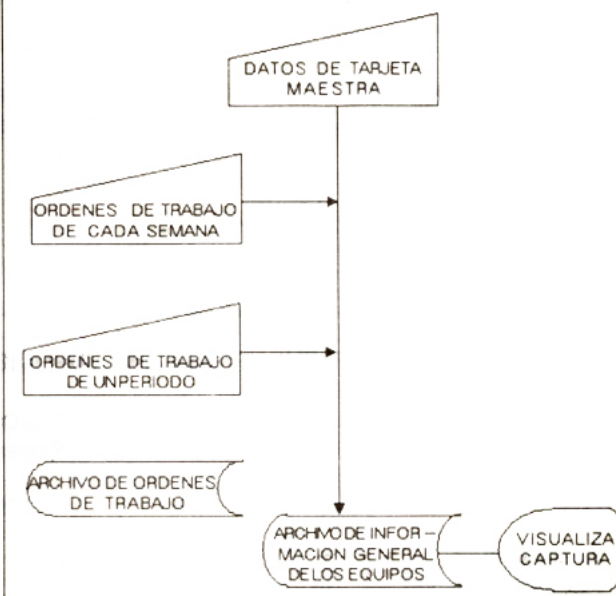
No.	Clase	Características	VOLT.	A.M.P.	Ubicación
---	---	-----	---	---	-----
---	---	-----	---	---	-----

Mecánicos

No.	Clase	Características	VOLT.	A.M.P.	Ubicación
---	---	-----	---	---	-----
---	---	-----	---	---	-----

Historial

No. Orden.Trabajo.	Fecha	Parte	Clase de Trabajo	Repuestos	Ejecutantes	Tiempo	Costos	Estado Final
-----	---	---	-----	-----	-----	---	---	-----
-----	---	---	-----	-----	-----	---	---	-----



```

graph TD
    A[/DATOS DE TARJETA MAESTRA/] --> E
    B[ORDENES DE TRABAJO DE CADA SEMANA] --> E
    C[/ORDENES DE TRABAJO DE UN PERIODO/] --> E
    D[ARCHIVO DE ORDENES DE TRABAJO] --> E
    E((ARCHIVO DE INFORMACION GENERAL DE LOS EQUIPOS)) --> F([VISUALIZA CAPTURA])
    style E fill:#fff,stroke:#000
  
```


Informes de cumplimiento del mantenimiento

Mediante el computador, el programador de mantenimiento podrá realizar informes mensuales de cumplimiento por secciones de producción. Esto se realizará consignando semanalmente en el computador el número de órdenes de mantenimiento repartidas a cada sección y la cantidad de estas que se ha realizado. Al final del mes podrá sumar, separadamente, las órdenes repartidas y las ejecutadas, con lo cual sacará un porcentaje de cumplimiento: este porcentaje se puede

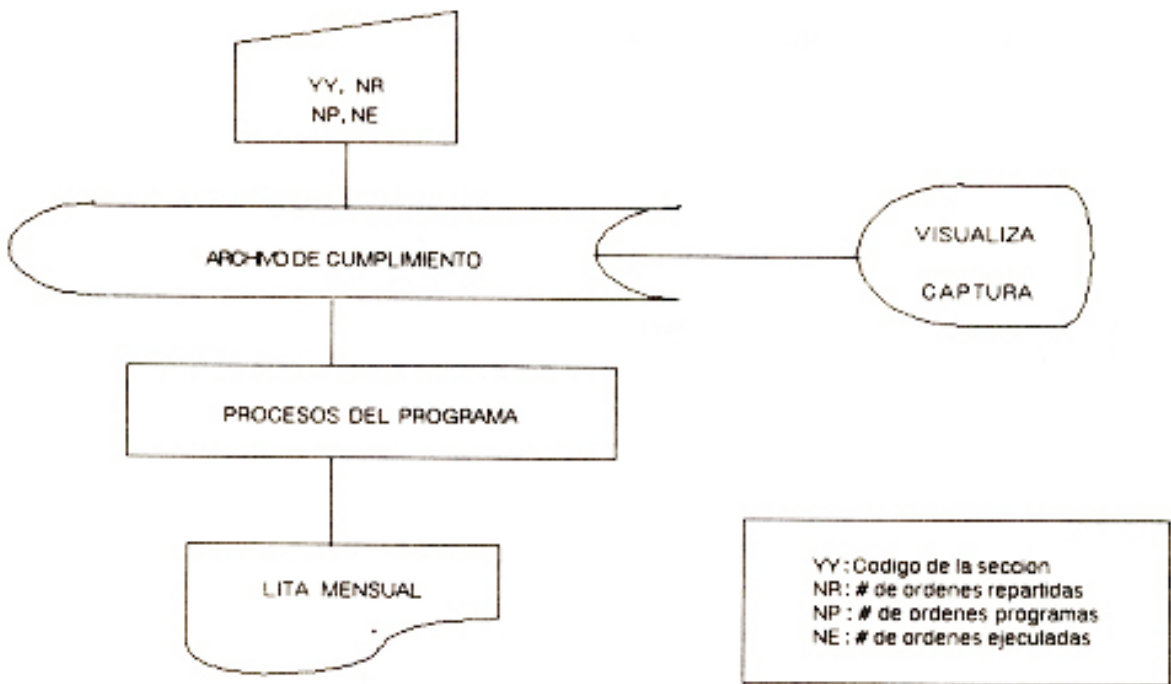
Listar y repartir a los distintos supervisores de producción y n veles administrativos, para que busquen políticas que conduzcan a su mejoramiento.

Si se dividen las actividades del mantenimiento preventivo en actividades de lubricación, eléctricas y mecánicas, se podrá establecer cuál de ellas tiene menor porcentaje de cumplimiento para, con' ello, poder hacer un análisis cualitativo y cuantitativo del mantenimiento preventivo.

Gráfico 9.8
Como elaborar un Informe de cumplimiento.

INFORME DE CUMPLIMIENTO

FUENTE DE INFORMACION: Ordenes totalmente tramitadas de mantenimiento (Semanalmente) EJECUTANTE: Programador de mantenimiento



INFORME MENSUAL DE CUMPLIMIENTO													MES: Enero	Año: 1986
Secciones	Total Ordenes Repartidas				Total Ordenes Programadas				Total Ordenes Cumplidas				% Cumplimiento	
	LEMT				LEMT				LEMT					
Terminado	31	--	01	32	31	--	01	32	31	--	01	32	100	
Estampado	10	01	03	14	10	--	02	12	10	--	02	12	86	
Estrucción	50	04	29	83	37	03	26	66	37	03	26	66	79	
Taller MAQ.HERR.	30	01	20	51	30	--	20	50	30	--	20	50	98	
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	
TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	

9.3 CONCLUSIONES

Nunca será posible reemplazar completamente a las personas en el oficio del mantenimiento y tampoco debería intentarse. Los humanos siempre serán mejores que las máquinas para analizar situaciones particulares y son ellos quienes fijan los estándares y suministran las direcciones e instrucciones a los sistemas electrónicos de procesamiento de datos.

Como siempre, las personas cometemos errores; además, podemos poner atención solamente a pequeñas cosas al mismo tiempo. Los computadores, por otro lado, pueden suministrar un análisis consistente y exacto de variables simultáneas que sin la intervención del hombre no se hubieran podido realizar .

El computador, como máquina que es, no asume las responsabilidades del mantenimiento pero sí las respalda en actividades como la formulación, planeación y programación de órdenes de trabajo y de mantenimiento, registros del movimiento de existencias, costos de mano de obra y parada de equipo, historia de reparaciones e información general.

En cuanto a la creación de los programas que fueren necesarios para manejar eficientemente el departamento de mantenimiento, se debe hacer notar que el Ingeniero a cargo de éste, es quien debe manejar los programas, más no es quien los hace, ya que él está trabajando en un área netamente operativa, donde el ambiente no es el más propicio para un desarrollo adecuado de estos. El departamento de sistemas se encarga entonces de desarrollar los programas que mantenimiento sugiera, trabajando en coordinación tanto durante su desarrollo como durante su implantación. Hay ocasiones en que resulta más económico contratar el servicio de programación fuera de la empresa, siempre y cuando se trabaje en coordinación con Mantenimiento.'

El computador es un elemento demasiado versátil que unido al ingenio del hombre puede servir de innumerales formas. Dentro del departamento de mantenimiento, puede tener mucho más y mejores formas de uso que las mencionadas anteriormente.

10. INDICES DE MEDICION

Con el fin de evaluar el desarrollo de los programas de mantenimiento y saber con exactitud cuál es el costo de su ejecución y el tipo de beneficios que representa para la industria, el administrador debe definir claramente unos parámetros de medición. Ellos pueden ser:

10.1 COSTOS DEL SECTOR MANTENIMIENTO

- a. A valor nominal.
- b. A valor constante respecto a un período base.

Dichos costos se pueden comparar contra otros factores como:

- e. Consumo de energía (Kw-hr).
- f. Facturación de industria.
- g. Toneladas de productos elaborados.
- h. Margen bruto de facturación de industria.
- i. Horas - hombre empleadas en producción.

Dichas comparaciones se pueden desarrollar a través de gráficos que darán una idea muy clara de la situación del sector.

También se pueden definir algunos índices de medición,

algunos ejemplos son:

Definiendo horas de parada como las horas empleadas en

$$I(1) = \frac{\text{Sumatoria horas parada}}{\text{Sumatoria horas tiraje}} \times 100$$

mantenimiento preventivo, correctivo, programado y limpieza; además, horas ti raje como las horas en las cuales el equipo está emitiendo unidades de producción.

Si quiere ponderarse el tiempo de parada con la tarija de la máquina, con el fin de saber si es el equipo más costoso el que se para más horas o viceversa, se puede proceder así:

$$I(2) = \frac{\text{Sumatoria (horas parada (i) x tarifa máquina (i))}}{\text{Sumatoria (horas tiraje (i) x tarifa máquina (i))}}$$

Si I(2) > I(1) Se está parando más tiempo el equipo más cos-
toso.

Para obviar demasiadas ineficiencias en produc-
ción (paradas por arreglos, esperando insumos,
sin trabajo, etc.), se incluye el concepto de horas
cobrables, las cuales hacen parte de las cotiza-
ciones.

Otras medidas podrían ser:

Personas en mantenimiento / Personas en producción.

Horas de parada del equipo / Personas en mantenimiento

Kw - hr trabajados / Personas en mantenimiento

Otras medidas de importancia son:

$$I(3) = \frac{\text{Sumatoria horas parada}}{\text{Sumatoria horas cobrables}}$$

Ponderando con la tarifa de la máquina:

$$I(4) = \frac{\text{Sumatoria (horas parada x tarifa máquina)}}{\text{Sumatoria (horas cobrables x tarifa máquina)}}$$

$$\frac{\text{Costo mantenimiento (horas - hombre + repuestos)}}{\text{Capital}} \times 100$$

$$\frac{\text{Costo mantenimiento (horas - hombre + repuestos)}}{\text{Facturación}} \times 100$$

Las cuales se pueden comparar contra el índice de la
respectiva compañía o tipo de industria a nivel inter-
nacional.

10.2 METODO GRAFICO

Un método de evaluar el desempeño del manteni-
miento fue desarrollado por W. S. Luck, en la empresa
E. 1. Dupont de Nemours & Co. Inc.

Es un método gráfico que emplea 16 índices agrupa-
dos en

cuatro categorías: planeación, carga de trabajo, costo y productividad .

Primero se determinaron los índices y luego las metas para cada uno de ellos.

Después se graficaron los índices situando en cada uno de ellos los cuatro que conforman el grupo y el área total se divide en cuatro sectores que indican:

- a. Buen desempeño.
- b. Superior al promedio.
- c. Inferior al promedio.
- d. Desempeño deficiente.

La mejor forma de entender el uso de este método es revisar los gráficos.

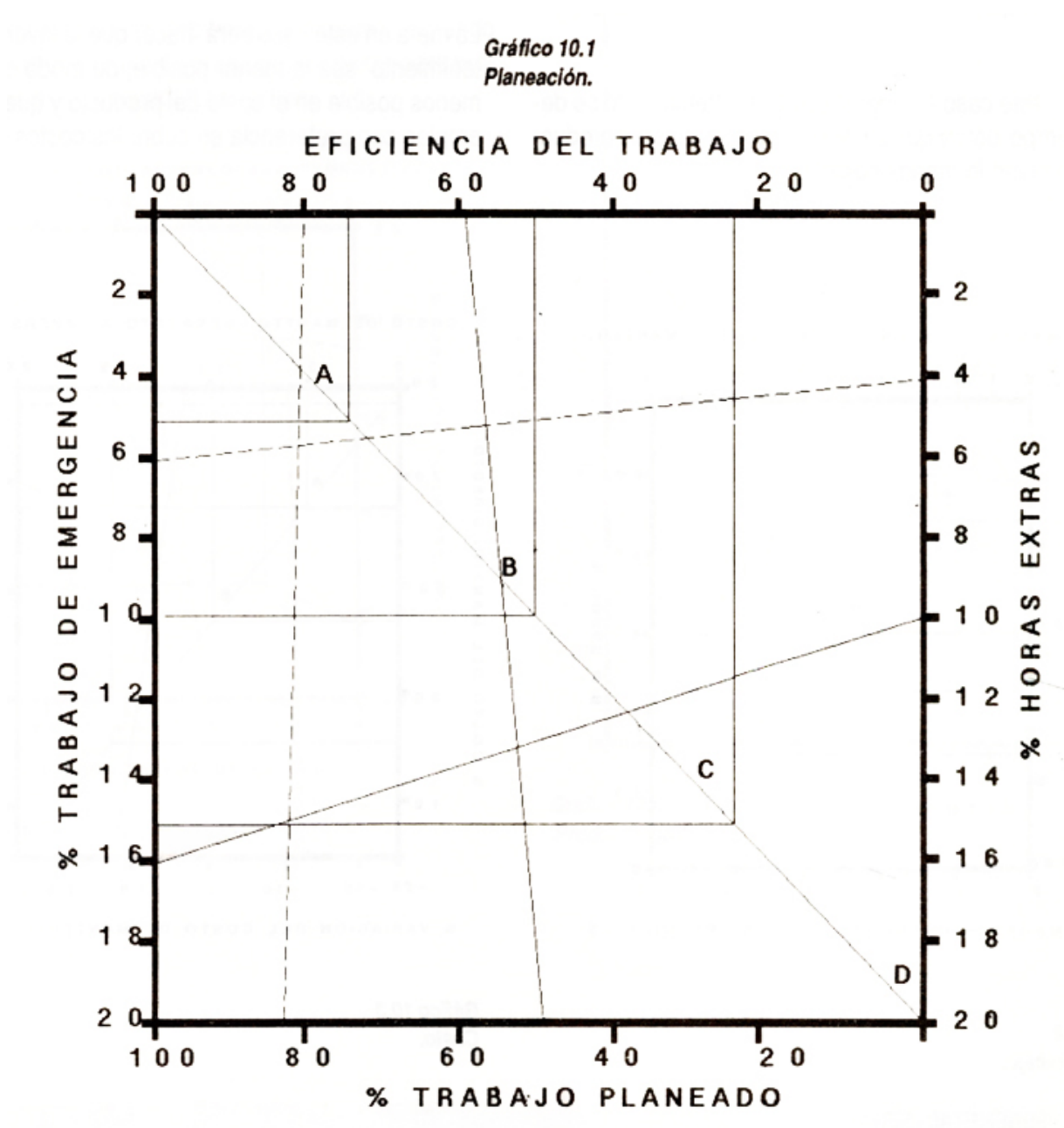
10.2.1 Planeación

Los índices que conforman este grupo son:

- Eficiencia del trabajo.
- Porcentaje de trabajo de emergencia.
- Porcentaje de horas extras.
- Porcentaje de trabajo planeado.

En este caso la meta será: hacer el máximo de trabajo planeado en forma eficiente con el mínimo de horas extras y logrando que el trabajo de emergencia se reduzca al mínimo.

Las líneas sólidas de la siguiente figura representan la situación actual de una empresa y las punteadas la meta propuesta.



10.2.2 Carga de trabajo

Los índices que conforman este grupo son:

- Retraso del trabajo de mantenimiento, medidos en semana• cuadrilla.
- Retraso total de todas las actividades en semanas - cuadrilla.
- Porcentaje del total de horas - hombre por mes de Mantenimientos preventivo y selectivo.
- Porcentaje del total de horas - hombre por mes de mantenimiento correctivo y emergencias.

En el caso de los dos últimos índices, será tan malo dedicar muy poco tiempo al mantenimiento como dedicarle demasiado.

La meta en este caso es: lograr que al mantenimiento se dedique el tiempo justo y que su desarrollo y las labores productivas se retrasen lo menos posible.

10.2.3 Costo

Para conformar este grupo se escogieron los siguientes índices:

- Porcentaje de costo de mantenimiento respecto al total de la inversión en la planta.
- Porcentaje de aumento o disminución del costo del producto por concepto del mantenimiento, con respecto a un período base.
- Porcentaje del costo de mantenimiento por concepto de mano de obra y materiales.
- Porcentaje del costo de mantenimiento por concepto de mantenimiento indirecto (supervisión, planeación, etc.).

La meta en este caso será: hacer que la inversión en el mantenimiento sea la menor posible, de modo que se refleje lo menos posible en el costo del producto y que la inversión se emplee con preferencia en cubrir los costos directos.

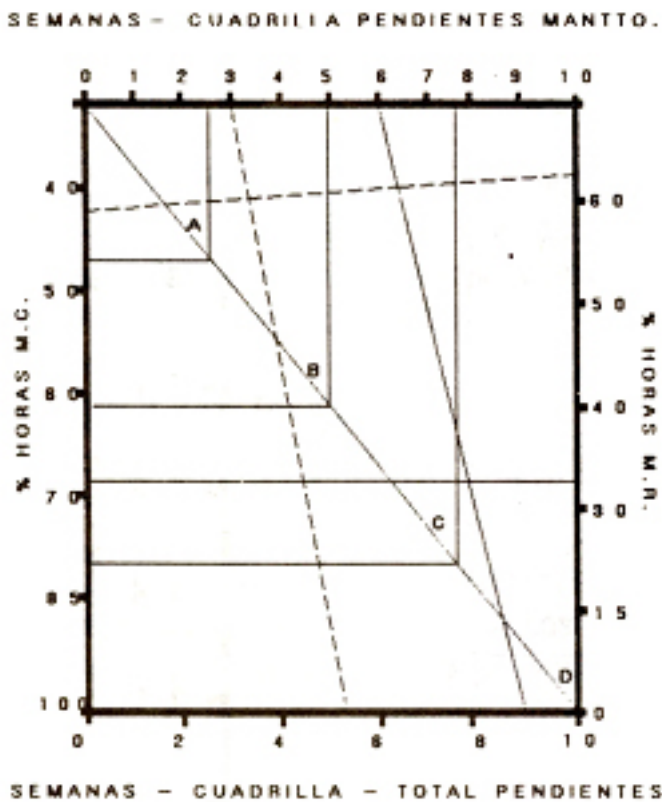


Gráfico 10.2
Carga de Trabajo.

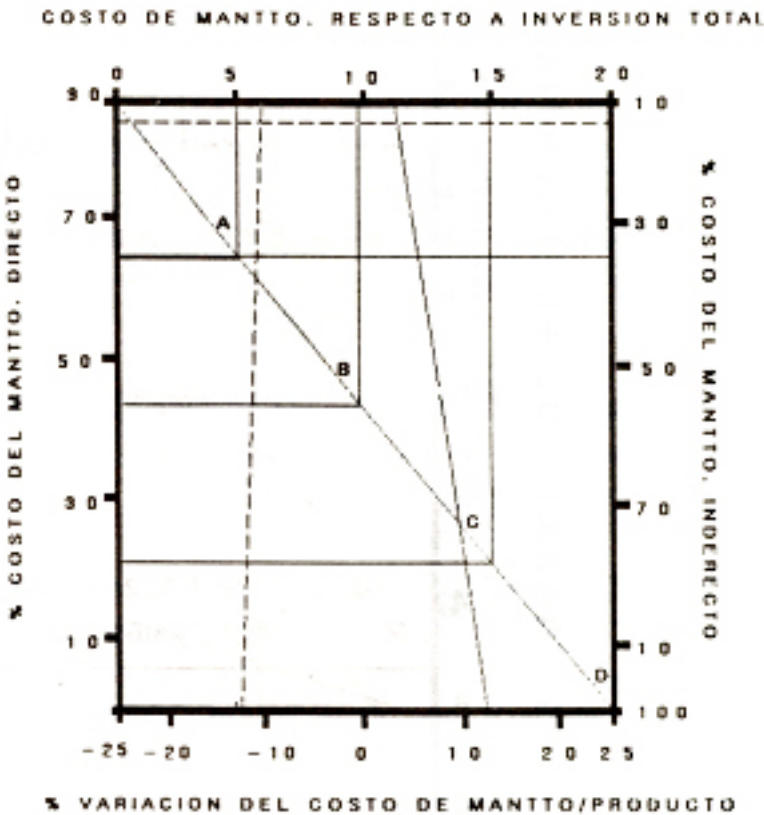


Gráfico 10.3
Costo.

10.2.4 Productividad

Los índices escogidos son:

- Porcentaje de las horas - hombre dedicadas al proceso productivo respecto del total.
- Porcentaje del tiempo muerto por concepto de mantenimiento.
- Porcentaje de aumento o disminución de la producción por horas - hombre de mantenimiento empleadas.
- Porcentaje de disponibilidad del equipo respecto a máximo.

En este grupo la meta es: dedicar el máximo de tiempo al proceso productivo, reduciendo los tiempos muertos, logrando una menor variación y teniendo el equipo disponible para producir durante la mayor cantidad de tiempo.

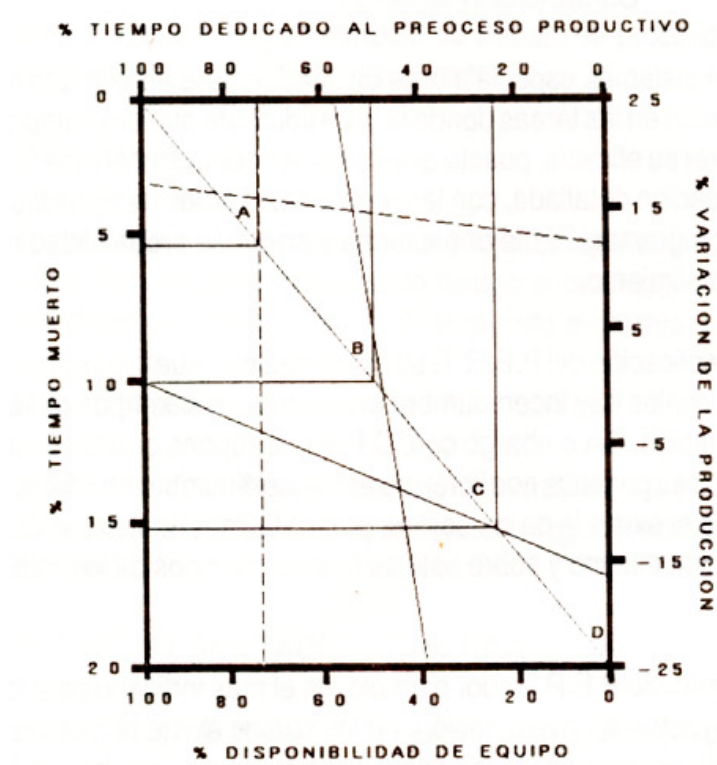


Gráfico 10.4 Productividad.

01.2.5 Gráfica maestra

Los resultados de las cuatro gráficas (distancia a escala entre los puntos de intersección y las líneas que limitan las áreas), se pasan a una gráfica maestra, donde aparecen los cuatro grupos de índices mencionados.

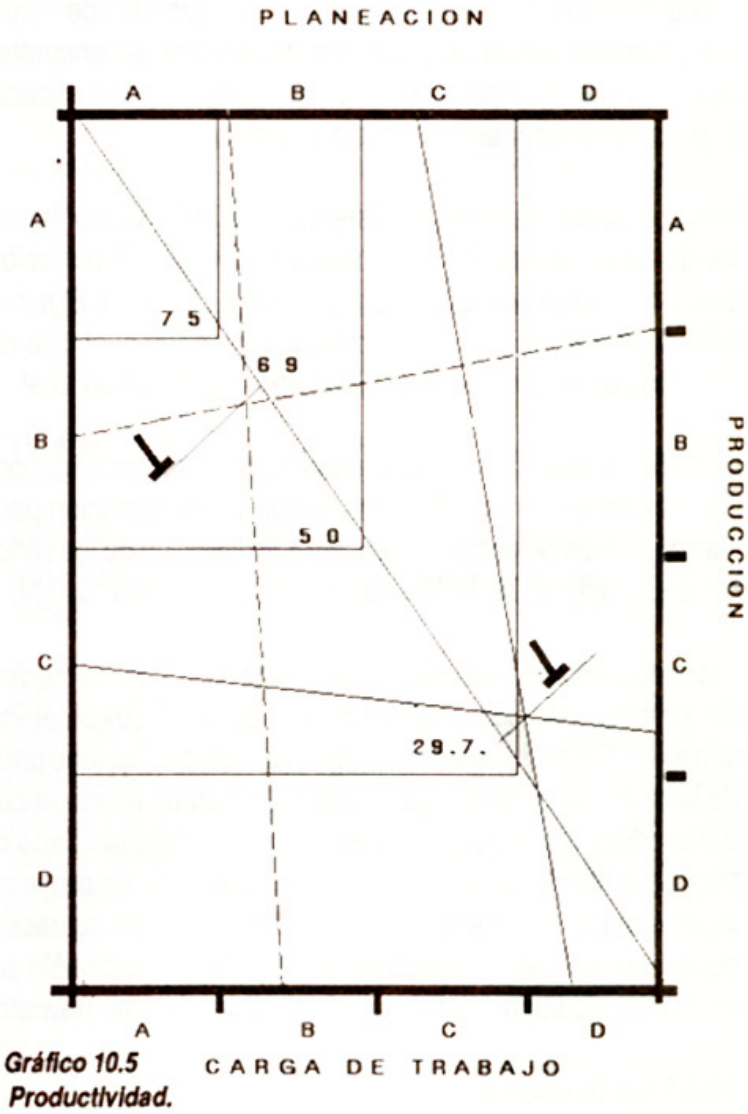


Gráfico 10.5 Productividad.

Uniando los cuatro lados se obtiene una calificación general de mantenimiento para el período de análisis. El valor de dicha calificación se obtiene trazando una perpendicular del punto de intersección de las líneas hasta la diagonal del cuadrado (de cero a cien).

11. P.E.R.T Y C.P.M. PLANIFICACION, PROGRAMACION y CONTROL DE PROYECTOS

11.1 HISTORIA DEL P.E.R.T. Y C.P.M.

Cuando la marina de los Estados Unidos comenzó el proyecto del "Submarino Atómico Polaris" se dieron cuenta que no sólo debían vencer las dificultades técnicas y científicas, sino también el problema de coordinación y control de estos enormes esfuerzos.

Este proyecto tenía 250 contratistas directos y más de 9000 subcontratistas, todo lo cual suponía gran cantidad de recursos y factores humanos y, por lo tanto, era preciso encontrar una nueva técnica para desarrollar el proyecto con eficacia bajo un nivel razonable de costo y tiempo.

Los conceptos básicos del sistema P.E.R.T. como instrumento de planeación comunicación, control e información se desarrollaron por la casa Booz, Allen y Hamilton. El resultado de la aplicación de esta nueva técnica fue el ahorro de dos años en un proyecto de cinco años de duración total.

En 1957 la casa E. I. Dupont desarrolló un sistema que podía mejorar el método de planificación y programación para los programas de construcción. Bajo la dirección de los señores J. E. Kelly y M. R. Walker, se creó la técnica C.P.M.

Estos dos métodos los utiliza la dirección para, con los medios disponibles, planificar el proyecto a fin de lograr sus objetivos con éxito. Estos métodos no pretenden sustituir las funciones de la dirección, sino apoyarla, pues ofrecen un medio eficaz para reducir la incertidumbre asociada con muchas decisiones, para coordinar las diversas actividades de un proyecto complejo a la vez que proporciona un método de actuación por excepción para la dirección, es decir, la dirección sólo actuará cuando surjan desviaciones respecto al plan previsto.

11.1.1 La Dirección

Es cualquier órgano ejecutivo de la empresa que ejecuta sus actividades de modo que:

- El responsable debe escoger o conocer el objetivo de su trabajo.

- Debe organizar los recursos disponibles para lograr el objetivo elegido, por medio de un proyecto o plan de realización.
- Durante la realización del proyecto, puede ocurrir que cambien sus condiciones iniciales y entonces debe controlar y modificar el proyecto original para conseguir su objetivo.

OBJETIVO	PROYECTO	CONTROL
Qué hay que hacer?	Cómo? ¿Verificar lo hecho!	
Son sistemas especialmente diseñados para apoyar a la di-		

11.1.2 P.E.R.T. (Program Evaluation and Review Technique)

C.P.M. (Critical Path Method)

dirección en las tareas donde la incertidumbre pudiera comprometer su eficacia, puesto que estos métodos ofrecen una planeación detallada, con las responsabilidades designadas y la programación mejor estimada y con más probabilidad de cumplimiento.

La aplicación del P.E.R.T. se concentra en aquellas tareas en las cuales hay incertidumbre en cuanto a los tiempos de terminación. Sin embargo con, C.P .M. se supone que las experiencias pasadas nos libran de esta incertidumbre de tiempos, pero sí existe la de los costos, ya que lo importante es el costo total mínimo y sobre este se fijan los tiempos de los trabajos.

El método P .E.R.T, por ejemplo, es el más indicado para los proyectos de investigación, en los cuales existe el problema de la estimación de los tiempos de trabajo y por otro lado, tampoco hay antecedentes para calcular los costos por unidad de tiempo.

En cambio, el C.P .M. es aplicable a las construcciones en general, en las cuales sea fácil estimar los tiempos y costos, puesto que lo que interesa saber es cual combinación de costoduración de cada tarea se escoge con el fin de lograr el costo total mínimo del proyecto.

Para los sistemas de P.E.R.T. y C.P.M. la planificación consiste en un análisis de las actividades que deben intervenir en el proyecto y el orden en el cual habrán de ejecutarse.

Programación en el P.E.R.T. es estimar las duraciones de las tareas tanto en el sentido determinístico como probabilístico.

Programación en el C.P.M. consiste en estimar las duraciones de las tareas con el mínimo de recursos, es decir, mínimo costo total.

11.2 ACTIVIDAD, EVENTO Y PROYECTO

11.2.1 Actividad

Puede comprender una sola tarea o bien una serie de ellas. Todo depende de la designación del responsable de los trabajos que se realizan bajo sus órdenes según la conveniencia de la realización del proyecto. Por tanto, habrá tantas actividades como responsables.

Las actividades son un símbolo de trabajo en proceso, por tanto requieren de tiempo y recursos.

11.2.2 Evento

Es un momento determinado del proyecto, que sirve como punto de control. No requiere de tiempo ni recursos, es sólo un estado del proyecto en un determinado momento.

11.2.3 Proyecto

Es un conjunto de tareas, operaciones o actividades elementales bien diferenciables que se ejecutan según un orden determinado.

11.3 REPRESENTACION GRAFICA

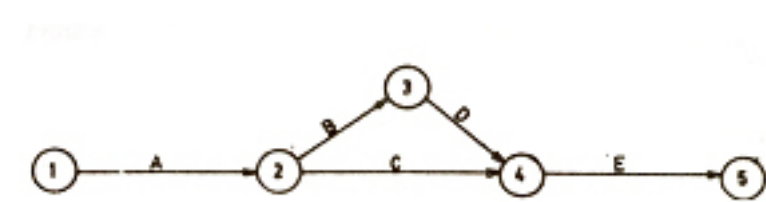
Los métodos P.E.R.T. y C.P.M. utilizan representaciones gráficas del proyecto mediante diagramas de flechas con orientación de izquierda a derecha (—>), sobre la cual se le coloca una letra para designarla.

Las actividades se hallan separadas unas de otras por los eventos. Los eventos se simbolizan con círculos y rectángulos, dentro de los cuales se coloca un código para designarlos.

Por ejemplo, en una construcción de maquinaria necesitamos las siguientes operaciones:

- A. Acopio de material.
- B. Fabricación de maquinaria.
- C. Construcción del equipo de embalaje.
- D. Verificación del control.
- E. Envíos e instalación.

Gráfico 11.1 Ejemplo de una red básica



De esta manera se podrán llamar las actividades así:
A = (1.2) B = (2.3) C = (2.4) D = (3.4) E = (4.5)

11.4 RESTRICCIONES

Para determinar el conjunto de restricciones de precedencia inmediata para una red de actividades y eventos dados, se debe:

Una vez listadas todas las actividades que componen el proyecto, se procede a estudiar las relaciones de precedencia. Esta lista se hace en una reunión o bien por consulta que efectúa el planificador a cada uno de los responsables del proyecto. Para entonces el planificador debe consultar sobre cada actividad lo siguiente:

- Cuáles actividades la preceden?
- Cuáles la siguen?
- Cuáles pueden realizarse simultáneamente con ella?

Las restricciones que fijan las secuencias pueden ser de tipo físico, de seguridad o de recursos según el caso.

En el ejemplo citado anteriormente, las relaciones de precedencia inmediata son:

- A < B, C
- B < D
- C < E
- D < E

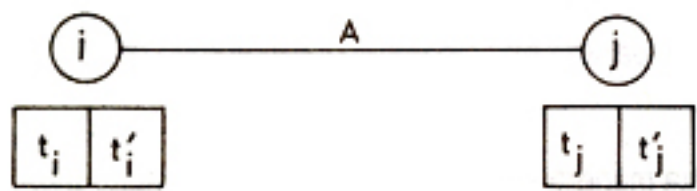
11.5 TIEMPOS CARACTERISTICOS DE CADA ACTIVIDAD

Cada evento (i) simbolizado en la red con los círculos, está asociado con dos tiempos característicos:

El tiempo lo más pronto posible de ocurrir el evento (i), desde la iniciación del proyecto.

El tiempo lo más tarde permisible del evento (i), que es el tiempo máximo desde la iniciación del proyecto para completar el evento (i) sin retardar el tiempo mínimo de ejecución del proyecto total.

Gráfico 11.2



La diferencia ($t_i' - t_i$) para el evento (1) se denomina margen de retraso o tiempo flotante TR_i del evento en cuestión y representará el tiempo que puede retrasarse el evento sin afectar la duración total del evento, es decir: $TR=t_i'-t_i$

Si el tiempo flotante TR_i del evento(i) es nulo, se dice que el evento (i) es un evento crítico.

11.6 PROGRAMACION DE EVENTOS Y ACTIVIDADES PARA UNA RED DE ACTIVIDADES Y EVENTOS DADOS

Cada actividad i- j simbolizada en la red con la flecha que conecta los eventos i y j, está asociada a ocho (8) tiempos característicos:

Tiempo de la actividad o duración t_{ij} La estimación de t_{ij} puede ser determinística o probabilística. Inicialmente consideremos a t_{ij} determinado, es decir que la duración es única y exacta.

El tiempo de Iniciación más próximo $IMP_{i-j} = t_i$ de la actividad, es el tiempo mínimo desde la iniciación del proyecto en el cual la actividad puede iniciarse.

El tiempo de Iniciación más tardío IMT de la actividad, es el tiempo máximo transcurrido desde la iniciación del proyecto hasta el momento en el cual se puede iniciar la actividad en cuestión, conservando la duración del proyecto total. Se cumple que: $IMT = t_j - t_{ij}$

El tiempo de terminación más próximo TMP_{ij} de la actividad, es el tiempo mínimo transcurrido desde la iniciación del proyecto hasta el momento en el cual la actividad pueda terminarse, conservando la duración mínima del proyecto total.

$$TMP = t_i + t_{ij}$$

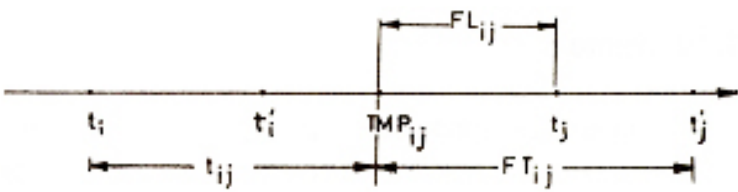
El tiempo de terminación más tardío TMT_{ij} de la actividad, es el tiempo máximo transcurrido desde la iniciación del proyecto hasta el momento en el cual la actividad se puede terminar sin alterar la duración mínima del proyecto total.

$$TMT_{ij} = t'_j$$

El tiempo flotante total FT_{ij} es el tiempo total que una actividad puede ser retrasada sin aumentar la duración total del proyecto. Tal rebaso puede ocasionar retraso en las actividades siguientes a la observada, pero no en la terminación del proyecto.

Considere el diagrama adjunto donde se localizan secuencialmente los tiempos asociados a los eventos i y j que determinan la actividad i – j.

Gráfico 11.3 Tiempos asociados a los eventos



Por lo tanto:

$$FT_{ij} = IMT - IMP$$
$$= t_j - t_{ij} - t_i$$

Flotante libre: FL de la actividad es el tiempo que puede demorarse la iniciación de la actividad considerada, sin interferir la iniciación de alguna actividad subsiguiente.

$$FL_{ij} = t_j - t_i - t_{ij}$$

El tiempo flotante de interferencia: FI_{i-j} de la actividad es la diferencia entre el tiempo flotante total FT_{ij} y el tiempo flotante libre FL_{ij}

$$FI_{ij} = FT_{ij} - FL_{ij}$$

Por lo tanto:

$$FT_{ij} = t'_j - t_j - t_{ij}$$

$$FT_{ij} = t_j - t_j - t_{ij}$$

$$FI = t'_j - t_j$$

11.7 RUTA CRITICA

Diremos que una actividad es crítica si su tiempo flotante total

FT_{ij} es cero. Así, si la actividad $i - j$ es crítica, se deduce que $FI = 0$. Es decir, la actividad termina en un evento j tal que $TR_j = 0$ (TR_j tiempo flotante) o bien en un evento crítico. La ruta crítica estará constituida de actividades críticas y eventos críticos exclusivamente.

11.8 PROGRAMACION C.P.M.

Si se exige acelerar la marcha de alguna actividad para reducir la duración del proyecto, es evidente que ello ocasionará un aumento en el costo directo ya su vez una disminución en el costo indirecto.

Costo Directo

El costo directo de una actividad es la suma de los gastos de mano de obra directa, de materiales y de equipos necesarios para efectuarla.

Cuando se encarga la realización de una actividad completa a una entidad distinta, por ejemplo a una empresa consultora a un subcontratista de construcción, el costo directo es la cantidad que habrá que pagarse a esa empresa.

La relación entre el costo directo y la duración de la actividad puede tomar diversas formas. Frecuentemente se supone que todas las actividades pueden representarse por una recta como la que aparece en la figura 11.4; pero, aunque es esta relación lineal la que corresponde a un alto porcentaje de actividades, de ningún modo puede aplicarse a todas ellas.

Figura 11.1 Incremento lineal del costo al decrecer el tiempo: caso de una tarea que puede realizarse con buen rendimiento incrementando los recursos.

Otros cuatro tipos corrientes de curvas de costos directos versus tiempo son:

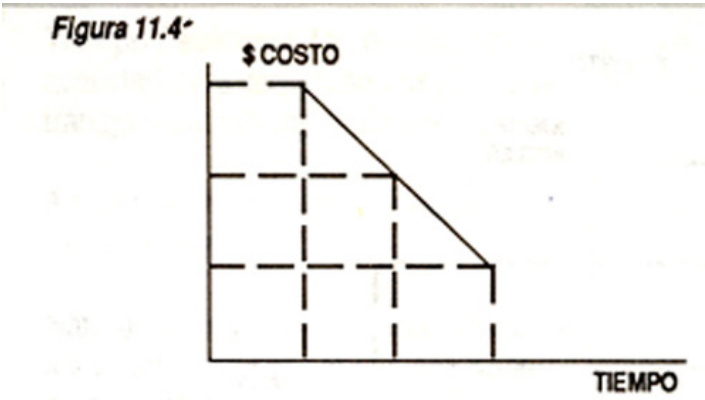
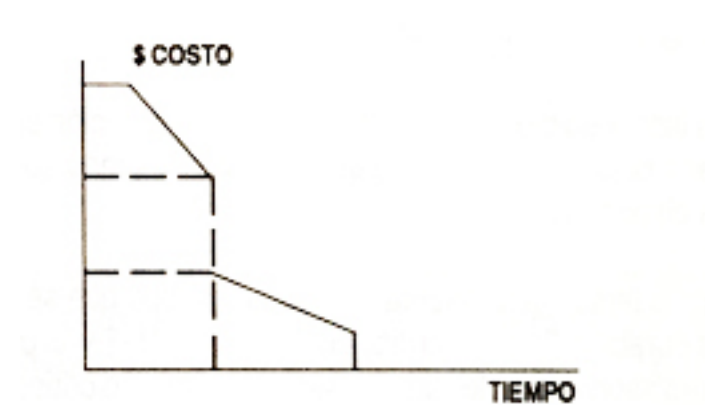


Figura 11.5 Costo fijo que no varía con el tiempo:



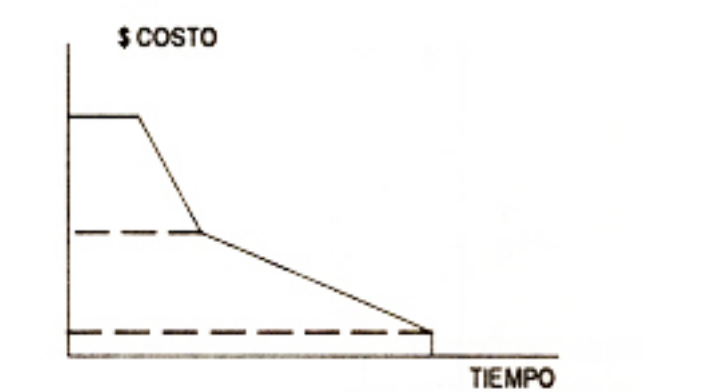
de un trabajo subcontratado para ser realizado dentro de un intervalo de tiempo establecido previamente.

Rgura11.6 Variación brusca de costo en un momento dado:



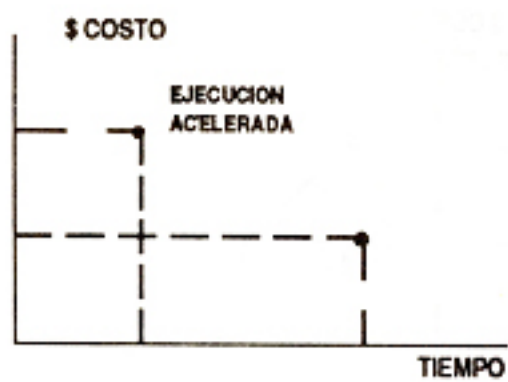
Variación brusca de costo en un momento dado: el caso de un trabajo en cuyo costo se produce un incremento brusco y considerable si se acorta el tiempo, debido a un incremento significativo de los recursos necesarios para esa reducción.

Figura 11.7 Curva cóncava



Curva cóncava: caso de una tarea con alguna restricción que impide que el incremento de recursos aplicados produzcan un beneficio proporcionado.

Figura 11.8 Relación discontinua



Relación discontinua: caso de una actividad tal como la distribución del correo o de una mercancía, para la cual existe solamente un costo de tiempo normal y un costo de ejecución acelerada.

Cada una de las actividades en el diagrama de flechas requiere cierta cantidad de tiempo para su terminación; esta es la duración de la actividad.

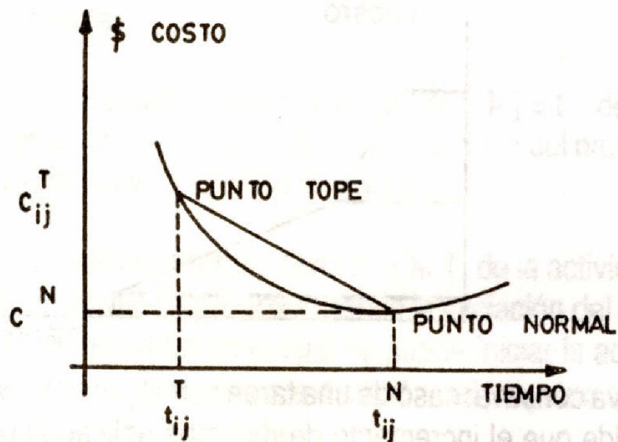
Sin embargo, no existe una sola duración, sino que podemos elegir entre una serie de posibles duraciones; claro está que si se desea una duración menor, el costo directo para la terminación de la actividad aumenta.

Es inconcebible que la disminución de la duración pueda llegar a cero, aun cuando se utilicen todos los recursos de que se disponga.

Por lo tanto, se presenta una duración tope que se denomina duración límite o crítica de la actividad $i - j$ y al costo máximo asociado se le llama costo tope, límite o crítico. El costo tope es el costo directo más elevado de la actividad. Por otra parte, el costo más bajo de la actividad, está relacionado con el punto de la duración normal.

En el diagrama, la duración normal t_{ij}^n a un costo mínimo C_{ij}^n

Gráfico 11.9. Representación no lineal de costos vs. tiempo.



Es de notar que más allá de la duración normal, el costo directo aumentaría.

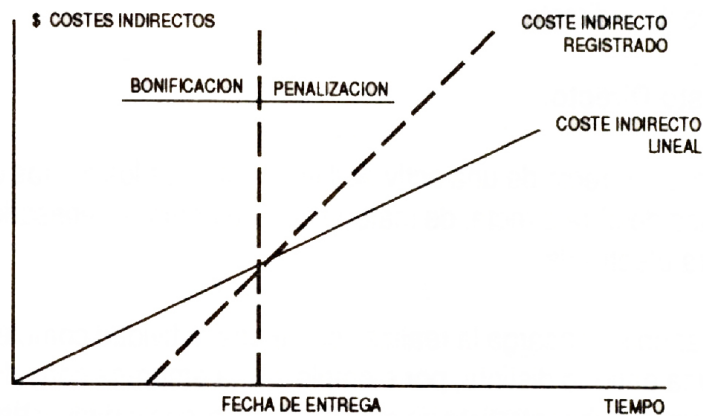
Por lo tanto, obtenemos lo siguiente:

- Que la duración total del proyecto no puede ser inferior a la duración mínima del proyecto considerando todas las actividades realizadas al tiempo tope.
- Que el mínimo costo directo total se presenta, si todas las actividades han sido programadas con duraciones normales.
- Que el máximo costo directo total se presenta, si todas las actividades han sido programadas con los tiempos topes.

Los costos indirectos

Son los gastos de dirección y supervisión y otros gastos de carácter permanente. Los intereses del capital invertido en la ejecución del proyecto, las indemnizaciones por daños, las primas y bonificación es forman también parte de los costos indirectos propios de la construcción o penalidades del diagrama del costo indirecto.

Figura 11.10 Costos Indirectos v.s. tiempo:

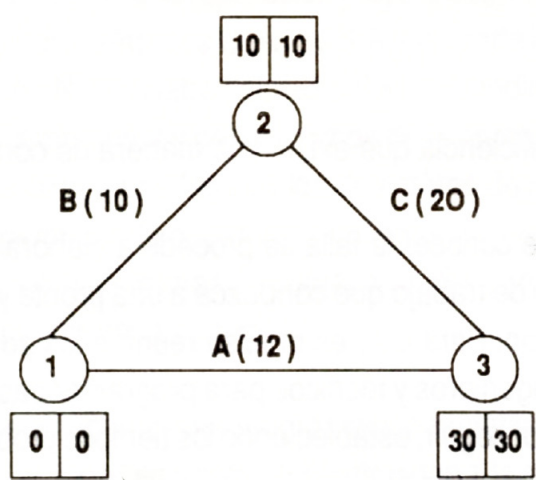


11.9 COMPRESION DE UNA RED

Tiene por objeto reducir la duración total de un proyecto de la manera más económica posible. Ya establecimos que el costo mínimo de un proyecto se obtiene terminando todas las actividades en su tiempo normal

Sin embargo, puede ocurrir que la duración correspondiente a los tiempos normales no sea admisible, en cuyo caso, debemos considerar la forma menos costosa de acelerar unas actividades para cumplir con el plazo de entrega. A este proceso se le denomina compresión de la red.

Ejemplo:
Gráfico 11.11 Red básica para explicar la compresión de la red.



Supongamos que la duración de 30 días es inaceptable y que se dispone de un recurso de \$600.00 adicional para acelerar el proyecto. De qué manera debe procederse?

Notamos que no se obtiene ningún recorte en la duración total del proyecto comprimiendo a A.

Cada día de reducción de B nos cuesta \$300.00 y en C sólo \$200.00. La solución más lógica sería invertir los \$600.00 en reducir la actividad C de 20 días a 17 días, reduciendo de esta manera, la duración del proyecto en 3 días.

	t_{ij}^n	C_{ij}^n	T_{ij}^t	C_{ij}^t	S_{ij}
A	12	1.100	3	2.000	100
B	10	3.200	4	5.000	300
C	20	2.000	10	4.000	200
		\$ 6.300		\$ 11.000	

Nota: S_{ij} = pendiente de la recta.

Tabla 11.1 Tiempos y costos para analizar la compresión de la red.

11.10 PROGRAMACION P.E.R.T.

En cada actividad del P.E.R.T. se detallan las estimaciones para el tiempo optimista t_a , para el tiempo probable t_m y el tiempo pesimista t_b .

Tiempo Optimista t_a : es el tiempo mínimo que se requiere para la terminación de la actividad, si todos los factores marchan con buena suerte.

Tiempo Probable t_m : es el tiempo que con más frecuencia requiere la actividad para realizarse; su valor se estima generalmente de la experiencia obtenida de la realización de la, misma actividad bajo circunstancias similares.

Tiempo Pesimista t_b : es el tiempo máximo que requiere la actividad para realizarse considerando que los factores de trabajo marchan con mala suerte.

A partir de esto, surge la pregunta: Quién debe suministrar estas tres estimaciones?

Naturalmente, el responsable directo de la realización de la actividad. Cualquier otra información se tomará como base de comparación.

El C.P.M. supone que poseemos datos bastante exactos sobre la duración y costo de cada actividad; es un método esencialmente determinístico.

El P.E.R.T. introduce un elemento de incertidumbre al considerar cada actividad caracterizada por tres tiempos y cuando las actividades no tienen precedentes suficientemente conocidos por nosotros.

El P.E.R.T. está interesado principalmente en la duración del proyecto y no en el costo.

Por lo tanto el valor esperado del tiempo de ejecución de una actividad se obtiene con la expresión:

$$t_e = \frac{t_a + 4t_m + t_b}{6}$$

El cual sólo sirve para indicar la duración de cierta actividad con la mayor probabilidad de acertar. Pero en el transcurso de realización de la obra, el tiempo realmente requerido no puede conocerse sino hasta que se ha terminado la actividad.

El grado de incertidumbre o riesgo de no acertar la duración media t_i calculada para la actividad, está medido por la varianza de la variable t , la cual puede obtenerse con la formulación:

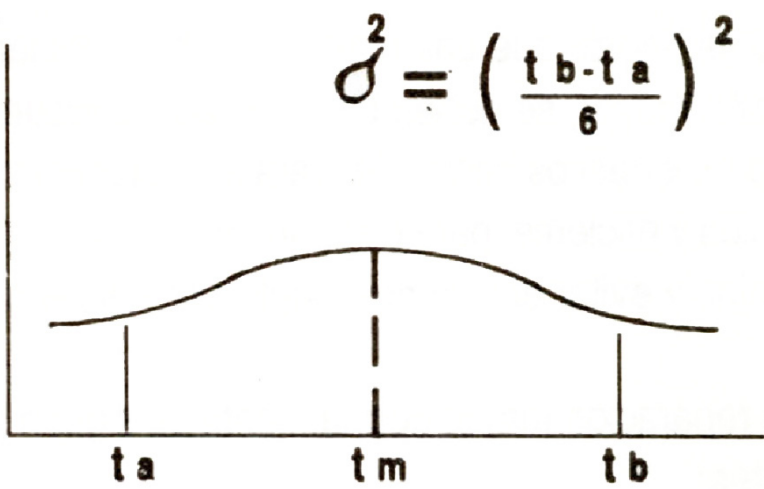


Gráfico 11.12 Se observa que si $t_a = t_b$ Y están muy distanciados, se presentará una gran incertidumbre respecto al tiempo t en que la actividad podrá ser terminada. Si $t_a = t_b$ la duración de la actividad se conocerá con certeza, es decir la incertidumbre con respecto a t es cero ($<1:0$).

12. REPARACIONES MAYORES

En todas las empresas existen equipos que, debido a su complejidad y a su funcionamiento en forma continua, no se pueden parar frecuentemente; por ello, sólo se paran en caso de una avería o cuando su funcionamiento no es el más adecuado (los productos obtenidos son defectuosos debido al desgaste de cada una de sus partes) y se someten a una revisión detallada de todos sus elementos procediendo a sustituir las partes en mal estado por unas nuevas o a repararlas cuando es muy difícil conseguirlas. Esta es la denominada reparación mayor.

Las reparaciones son programadas a través de los denominados programas de proyectos, en los cuales se utiliza el computador como una gran ayuda, pues en él se almacenan programas de P.E.R.T., C.P.M. y MC. PROJECT; estos programas de proyectos, después de suministrárseles la información de las diferentes etapas por seguir y sus duraciones respectivas, determinan una ruta crítica, la cual se debe controlar durante la ejecución de la reparación porque una variación en la duración de ella se traduce en un aumento del tiempo de reparación (tiempo de parada del equipo). Por ejemplo, si esta semana se escoge para construir todos los repuestos requeridos en la reparación, se debe programar el taller de máquinas herramientas para concluir la construcción de ellos en el tiempo estimado, ya que de no ser así, la siguiente actividad se postergaría un tiempo igual al del retraso alcanzado.

Cuando se decide que una máquina debe someterse a una reparación mayor, se deben dirigir todos los recursos técnicos y administrativos hacia ella, para así obtener una reparación rápida y eficiente, para disminuir el tiempo de parada de la máquina y evitar el incumplimiento con los clientes.

En una reparación mayor normalmente se siguen los pasos siguientes:

- Estudio completo y exhaustivo de la falla que se presenta en la máquina, esto con el fin de conocer a fondo el ti-

po de deficiencia que existe y la manera de corregirla.

- Luego de conocer la falla se procede a elaborar un plan, tentativo de trabajo que conduzca a una pronta y efectiva reparación. Para esto es preciso reunir a los administradores, ingenieros y técnicos para programar paso a paso el plan por seguir, estableciendo los tiempos probables en que se ejecutaría cada paso y con ello se determinaría un tiempo probable de reparación de la máquina.

- Una vez determinados los pasos por seguir, se utilizan programas de P.E.R.T., C.P.M., MC. PROJECT o diagramas de GANT para programar las actividades a través de una ruta crítica que conduzca a una pronta reparación.

- Luego se da inicio a la ejecución del plan de trabajo, realizando el desmonte de la máquina y en seguida las reparaciones correspondientes.

Se deberá revisar en forma detallada cada uno de los elementos de la máquina (parte de los técnicos de la sección a que corresponda cada elemento), pues debe evitarse una falla inmediata por insignificante que ella sea.

- Una vez terminada la reparación, se procede al montaje de la máquina; éste es similar al que se realiza cuando se compra un equipo o se han construido sus partes dentro de la empresa y consiste en tomar las medidas del caso y colocar cada una de las partes en sus respectivas posiciones para el correcto funcionamiento de la máquina.

- Finalmente, el equipo se pone en funcionamiento, realizando los ajustes pertinentes hasta obtener un correcto funcionamiento.

Cabe anotar que se debe concientizar a cada una de las personas que participan en la reparación para que cumplan estrictamente con las etapas y los tiempos establecidos inicialmente y, si es posible, acortarlos.

Como ejemplo de una reparación mayor podemos Citar la que se realizó en la empresa Carvajal S.A. en donde la prensa **UL-TRAM -A- N** de cuatro colores sufrió un hundimiento en los cilindros impresores y porta cauchos de la primera y segunda unidad debido a una falla en los detectores de la entrada de pliegos permitiendo pasar varios pliegos a la vez, alcanzando hasta siete milésimas de pulgada (0.007") en la primera unidad y cuatro en la segunda.

Luego se estableció una programación tentativa, correspondiéndole al "Departamento de Electricidad" la revisión de todos los motores y mandos eléctricos. Se elaboró una programación con cada uno de los 24 pasos que se deberían seguir para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos.

Se constituyeron dos equipos conformados con un montador, un mecánico y un ayudante, asignando uno en el lado de manejo y otro en el de impulso, trabajando en equipo para actividades tales como desarme y ensamble de las unidades impresoras, desmonte de cilindros, desacople de alimentador, tambores cobrizados y unidades de registro.

Se desmontaron los cilindros distribuidores de tinta para cobrizarlos, se desmontó la primera unidad desacoplando el alimentador, el motor principal y unidad de registro, retirando

los tambores distribuidores de tinta, transmisiones, bujes, portabujes y tinteros. Se bloquearon los cilindros y tambores de traspaso con un soporte de madera.

- Se procedió a la revisión y balanceo de los cilindros para posteriormente metalizarlos; a fin de recuperarlos, se recubrió el cuerpo de la pieza utilizando acero inoxidable endurecido, dependiendo de las necesidades del cilindro; en este caso se utilizó acero inoxidable como protección contra la humedad.

Una vez revisadas y rectificadas todas las partes, se procedió al montaje, utilizando para ello un soporte y un diferencial (ya que las piezas rectificadas eran muy pesadas); una vez montados, se colocaron las cureñas o parte exterior que sostiene los cilindros.

Se montaron las piezas exteriores como tapas y tarimas, luego se graduaron las presiones entre los cilindros y se sincronizó la entrada del papel utilizando material de trabajo.

Para determinar si la máquina estaba lista, se imprimieron fondos en cada uno de los colores procediendo al control de calidad de la impresión.

Finalmente, se imprimieron trabajos comerciales y los técnicos estuvieron pendientes para darle el visto bueno.

13. ALMACEN DE MANTENIMIENTO

Las políticas y los procedimientos relacionados con el almacén de mantenimiento, necesitan diseñarse cuidadosamente para que se ajuste a las condiciones existentes en una empresa específica. Como se notará, existen muchos aspectos pertinentes al manejo del almacén de mantenimiento y van desde la organización básica hasta el personal que lo maneja y los formatos correspondientes.

Se dará aquí un tratamiento especial, además de algunas fórmulas y gráficos referentes a las cantidades y costos que involucra un inventario, al tiempo que se enunciarán, sucesivamente, aspectos que servirán para analizar y evaluar almacenes de mantenimiento que se encuentran instalados o bien, recomendaciones de diseño y organización para almacenes que recién se van a montar.

Para que un programa mantenimiento preventivo logre sus objetivos, se debe contar con un almacén que posea las cantidades, los equipos y las piezas claves, para ser utilizados en un momento dado, garantizando de esta manera una adecuada prestación del servicio.

Es importante anotar que la normalización y estandarización de los equipos de la planta contribuirá a disminuir la cantidad de repuestos existentes y por consiguiente los costos.

13.1 METODOS PARA ORGANIZAR EL ALMACEN

Los métodos que se describen a continuación no son únicos, sino que dependerán del tipo de empresa y de las necesidades del mantenimiento. Existen dos métodos primordiales para organizar un Almacén de Mantenimiento: el centralizado y el descentralizado; además, existe una tercera alternativa que corresponde al almacenaje de los elementos de mantenimiento junto con los suministros de producción.

Para escoger alguna de las alternativas presentadas, se deben considerar dos factores: el primero deberá ser el de la fa-

cilidad para establecer procedimientos de Control y segundo, los requerimientos del mantenimiento.

A continuación se dará una pequeña explicación de cada uno de estos métodos, citando sus ventajas.

13.1.1 Almacén Centralizado

Como su nombre lo indica, con ésta modalidad se busca ubicar en un sitio adecuado todos los elementos y herramientas necesarias para el mantenimiento.

VENTAJAS

Evitar existencias repetidas: mediante este método se tienen bases para mantener las existencias totales en un mínimo, evitando la multiplicidad de artículos que existe cuando se cuenta con varios almacenes.

Disminución en el personal que maneja el almacén: hay menos trabajo para controlar y manejar las existencias de un artículo. Por ejemplo, se necesitará menos personal en un almacén centralizado de mantenimiento que en un almacén descentralizado para atender un mismo número de salidas. El único inconveniente que existe es la presencia de horas críticas de pedido, ya identificadas, en las cuales se podrá transferir, temporalmente, a un empleado adiestrado de otra área para que colabore en el almacén.

Reducción de pérdidas: al tener todos los elementos en un mismo sitio se hará una supervisión y un manejo más ordenado de estos, pudiéndose así controlar y disminuir las pérdidas por deterioro, depreciación y obsolescencia.

Entregas programadas: mediante esta modalidad se podrán implantar métodos de pedido y entrega que eviten los continuos viajes del personal de mantenimiento al almacén. Por otra parte, se podrá lograr más fácilmente y mediante una programación anticipada, la separación de

- ciertos artículos en existencia, para asegurar que estos estén disponibles en el caso de una reparación mayor, por ejemplo.

Lo anterior es una tarea muy difícil cuando se cuenta con varios subalmacenes de mantenimiento.

- Manejo más confiable de los costos: generalmente los "almacenes centralizados de mantenimiento" proporcionan un manejo más serio de la contabilidad, de las requisiciones de entrada y salida; por consiguiente, brindan un manejo mejor y más confiable de los costos. Lo anterior se debe a que en estos se logra una mejor supervisión administrativa que en los almacenes descentralizados.

- Uso eficiente del espacio: se tiene en dicho tipo de almacén (centralizado), un mejor aprovechamiento del espacio por no existir la multiplicidad de artículos que se mencionó antes y por contar sólo con un área ocupada por el personal administrativo.

La mayoría de las ventajas mencionadas arriba se presentan en este tipo de almacén sólo cuando se le maneja de una manera eficiente y con buenos métodos de control sobre todos sus aspectos.

13.1.2 Almacenes Descentralizados de Mantenimiento

Esta modalidad se basa en colocar materiales específicos de mantenimiento cerca a los puntos de consumo, luego de haber hecho un estudio de las necesidades de cada una de las secciones de producción.

VENTAJAS:

- Disminución en el tiempo de adquisición: esta ventaja es quizás la razón primordial para que se escoja dicha modalidad y la explica su definición.

- Mejor control de existencias: cuando estos almacenes no son sencillamente una subdivisión de un almacén central, sino que son especializados, se manejarán volúmenes más pequeños que implican un mejor control de las existencias, disminuyendo los costos del inventario y agilizando las entregas.

- Mejores registros de consumo: los registros que se lleven de cantidades y períodos de consumo pueden ser más específicos y fáciles de realizar, aunque el almacén de man-

tenimiento descentralizado tiene unas ventajas muy llamativas que no posee el Almacén de Mantenimiento centralizado y siempre le podrá competir de una excelente manera si es bien manejado.

Quizás la ventaja de mayor peso que posee el Almacén de Mantenimiento Descentralizado es la de manejar los elementos específicos de cada sección, sin dejar a un lado la gran agilidad que estos le proporcionan.

Para escoger una de estas dos modalidades debe hacerse un estudio ponderado de las ventajas de cada una, de acuerdo con los requerimientos de la planta.

Se puede también, si las condiciones lo permiten, hacer un manejo mixto del Almacén de mantenimiento, teniendo la mayoría de los materiales de éste en un almacén central y los elementos específicos y de gran circulación cerca del punto de consumo. Este subalmacén estaría bajo supervisión del almacén central.

13.1.3 Almacén de mantenimiento dentro del almacén de producción

Cuando el tipo de empresa es tal que la cantidad de materiales de mantenimiento es muy pequeña comparada con la de insumos de producción, es posible tener el inventario de mantenimiento dentro del almacén de producción. Con este sistema se corre el riesgo de que los suministros de mantenimiento queden dispersos portadas partes en el Almacén de Producción y sean tratados de una manera discriminatoria.

13.2 QUIEN ADMINISTRA EL ALMACEN DE MANTENIMIENTO

Existen tres departamentos vinculados de una manera muy estrecha al control y manejo de los materiales de mantenimiento; estos son:

- Departamento de compras.
- Departamento de contabilidad.
- Departamento de mantenimiento.

El departamento de compras se ve involucrado en esto por la necesidad de comprar sensatamente.

El Departamento de contabilidad tiene una gran incidencia

dentro del almacén de mantenimiento ya que éste maneja todos controles necesarios para proteger la inversión.

Por ultimo, el departamento de mantenimiento es quien establece las políticas y procedimientos necesarios para controlar el material que ahí se maneja, garantizando la existencia de un servicio adecuado. Debido a la importancia que esto tiene para lograr los objetivos del mantenimiento, es a dicho departamento a quien se deja la responsabilidad de administrar y manejar el almacén de mantenimiento.

Lo anterior no quiere decir que se deje de contar con la asisencia y colaboración de los departamentos de compras y Contabilidad en los ramos mencionados.

Se requiere además de una auditoría periódica del almacén por parte de la gerencia.

13.3 TIPOS DE EXISTENCIAS

Normalmente se pueden dividir las existencias de mantenimiento en tres grandes grupos; estos son:

13.3.1 FUNGIBLES: este grupo contiene todos aquellos materiales de mantenimiento que una vez salen del almacén no regresan a él. Este grupo se subdivide en dos:

Repuestos específicos: como su nombre lo indica son todas aquellas piezas que estando en existencia garantizan y aseguran que la continuidad del servicio prestado por un equipo, no va a ser interrumpida por mucho tiempo. Estos repuestos deben ser almacenados sólo cuando el costo de tenerlos en inventario es menor que el asociado a la falla del equipo y su tiempo de consecución, (13.4.1). Ejemplo de estos son:

Cojinetes, rodillos, levas especializadas, motores especiales, circuitos, controles electrónicos, etc.

- Existencias normales:

Estas partes tienen un uso menos específico e intervalos de rotación más cortos. Ejemplo de estos son: Tubería, tornillería, válvulas, cojinetes de uso común, interruptores eléctricos, electrodos de soldadura, etc.

Dichas existencias pueden ser conseguidas en el mercado local o por medio de importaciones. En ambos casos, como se verá más adelante, se debe hacer un estudio del consumo y la demora en la adquisición, para establecer las cantidades óptimas de pedido, el momento en que se debe pedir y cada cuánto se debe hacer.

13.3.2 DEVOLUTIVOS: son todos aquellos artículos que se retiran del almacén a manera de préstamo y luego de ser utilizados, son devueltos para su uso posterior, por ejemplo:
Herramientas, instrumentos de medición, etc.

Así como en el grupo anterior, la adquisición de estos puede ser local o mediante importación. En ambos casos y si recién se está montando el almacén de mantenimiento, se deben conseguir sólo los elementos de los que con certeza se conozca su necesidad y uso posterior, dejando que los elementos especializados se consigan sólo cuando sean requeridos. En algunos casos resulta más conveniente alquilarlos que comprarlos.

Cuando el valor de los elementos, por su depreciación ha llegado a cero, deben ser dados de baja y adquirir nuevos y modernos equipos que los reemplacen, evitando que elementos viejos y deteriorados causen accidentes más costosos que el valor de su reposición.

13.3.3 INSERVIBLES: son todos aquellos artículos que no han sido requeridos por más de dos años o están dañados en alguna forma. Es realmente sorprendente la cantidad de estos elementos que se encuentran en el almacén. Una de las causas más comunes es la vieja costumbre de los operarios de entregar al almacén la pieza dañada cuya reposición se solicita. En ocasiones ocurre que la pieza pasa a reemplazar el espacio ocupado por la buena, quedando incluida físicamente en el inventario con el resultado de que al cabo de un tiempo, se tienen los 75 rodamientos que figuran en el inventario pero ninguno de ellos sirve para trabajar.

Este grupo se divide en tres subgrupos:

Artículos dañados irreparables: se debe revisar cuidadosamente el almacén y retirar todas aquellas piezas usadas y dañadas y si figuran en el inventario, hacer luego el descargo correspondiente. Estas piezas deben ser sepa radas en grupos de acuerdo con su naturaleza para su venta como chatarra.

Obsoletos: a menudo se encuentran piezas en perfecto estado que son obsoletas por haber sido retirada de servicio la máquina a la que corresponden. Las piezas o par-

tes que se encuentran en esta lista deben ser limpiadas y luego hacer un estudio para ver la posibilidad de vender las y así recuperar algo de la inversión.

Para evitar la obsolescencia en una fábrica, es necesario que el departamento de provisiones esté al corriente de los proyectos, cambios y ventas planeadas por la gerencia para así evitar la adquisición de artículos que posteriormente no tendrán uso.

Una manera de evitar la obsolescencia, es vender la maquinaria junto con sus repuestos aun existentes.

Deteriorados: este renglón es muy extenso pues va desde máquinas viejas, totalmente inservibles y por lo tanto invendibles, hasta pedazos de tubería, alambre, etc.

En cuanto a las máquinas, es antieconómico tenerlas almacenadas pues ocupan espacio valioso dentro de la fábrica. Es recomendable proceder a venderlas por peso como chatarra y así evitar costos de almacenamiento.

Los retazos de tubería, varillas, alambre, etc., deben ser clasificados por grupos para su posterior venta.

13.4 QUE Y CUANTO ALMACENAR Y CADA CUANTO PEDIR

13.4.1 QUE ALMACENAR:

Cuando la fábrica está recién montada, o bien se va a implantar un programa de mantenimiento, será necesario determinar el material y las partes de maquinaria que requieren los equipos para efectos de mantenimiento. Para ello, deben consultarse las recomendaciones de los fabricantes del equipo referentes a los requerimientos de repuestos, al tiempo que se consulta la experiencia de los técnicos y operarios involucrados en el manejo y mantenimiento de equipos similares o afines.

Una vez realizado lo anterior, se tendrá una lista que contiene todos los elementos necesarios para realizar un buen mantenimiento; se tomará ahora una decisión acerca de cuáles de estos se almacenarán y cuáles se comprarán sólo en el momento de presentarse la falla. Como es obvio, para esto debe hacerse un estudio de los costos que involucra cada posibilidad.

Para procurar un mejor entendimiento de lo dicho, se

describen a continuación los costos que se presentan al tener un inventario.

Costos de Obtener (Co): son los involucrados en la tarea adquirir cualquier material con fines de mantenimiento. El total deberá ser la suma de los siguientes costos:

Costos de solicitar, procesar y expedir la orden de compra requerida.

Costos de recibir, identificar y manipular el material entrante.

Costos contables y administrativos al hacer pagos, preparar registros y manejar copias de las órdenes de compra.

Costos de almacenar (Ca): estos, como su nombre lo indica, son la Suma de todos los costos asociados con mantener en el almacén un artículo determinado, a saber:

- Interés sobre el capital invertido, el cual puede situarse entre las tasas de interés bancario y el rendimiento esperado si se hiciese una inversión equivalente en otras áreas del negocio.

- Aumento de la depreciación, debido a la cantidad extra que se mantiene en existencia.

- Aumento de los riesgos de obsolescencia.

- Seguros e impuestos.

- Costo del espacio, facilidades y servicios.

- Costos de mano de obra por manejo del almacén.

-Costo del elemento (Ce): este es el costo real de una pieza y se puede determinar sumando:

- Precio de compra.

- Costos del flete.

- Descuentos.

Basándose en los costos descritos anteriormente, se puede decir que el costo total de un inventario es la suma de:

Los costos de obtener, el costo de almacenar y el costo real de cada elemento.

$$C_{ti} = C_o + C_a + C_e$$

Donde C_{ti} : Costo total de un inventario.

Ahora bien, los costos asociados con la compra de una pieza sólo en el momento de necesitarla (por haberse presentado una falla), son: la suma de los costos de obtenerla, el costo real del elemento, el lucro cesante que involucra la parada del equipo y los incrementos de los dos primeros costos como consecuencia de la situación irregular presentada.

$$C_{na} = C_o + {}^A C_o + L_c + C_e + {}^A C_e$$

Donde C_{na} : Costos por no almacenar.

L_c : Lucro cesante.

${}^A C_o$ Y ${}^A C_e$: Incrementos de sus respectivos costos fijos por la situación anormal existente.

Como se mencionó anteriormente, la decisión de no mantener en existencia una pieza se justifica sólo cuando los costos que esto genera (C_{na}) no sean mayores que los costos totales del inventario (C_{ti}).

Dicho de otra manera, existen dos clases de artículos según su trascendencia:

- Importantes: **$C_{na} > C_{ti}$**

Cuando no se almacena un artículo de esta clase, se corre el riesgo de incurrir en los costos que genera su ausencia en el momento de una falla.

- No Importantes: **$C_{na} < C_{ti}$**

Cuando un artículo es catalogado de ésta manera, generalmente se toma la decisión de no almacenarlo o bien mantenerlo en una existencia mínima.

Existen situaciones en ocasiones inmanejables e imperceptibles que ocasionan los fenómenos de tener un exceso o un defecto en la cantidad de existencias. Estas se mencionan a continuación:

Exceso de Inventarios

Este fenómeno implica una mayor inversión, mayores gastos de almacenamiento, un incremento de los costos de los seguros y además el deterioro, la depreciación y la obsolescencia de los artículos en exceso

Las causas más frecuentes son:

-La fana de proveedores cercanos que obligan a comprar más de lo necesario. Por ejemplo, en las primeras décadas del presente siglo el comercio local colombiano era surtido casi en su totalidad desde el exterior, así que las empresas grandes optaron por importar directamente grandes cantidades de los artículos que necesitaban para sus operaciones. Hoy en día esta situación ha cambiado y las industrias locales están produciendo miles de elementos de consumo rápido, olvidando la necesidad de importarlos y el gobierno, con el fin de estimular las industrias locales, ha prohibido la importación de los artículos que ya son elaborados en el país, aun cuando hoy en día se habla de apertura económica.

-Otra causa muy común de excesos, es la tendencia a importar o comprar cantidades excesivas de repuestos cuando se adquiere maquinaria nueva. Es fácil caer en esta tentación puesto que la maquinaria que se adquiere representa, posiblemente, un cambio en el proceso manufacturero y el personal de la empresa no está familiarizando con ella. De ahí la causa de encontrar muchas veces repuesto costosos que no son utilizados durante varios años.

También hay que confesar que los mismos vendedores del equipo tienden a complicar el problema sugiriendo la adquisición de repuestos en cantidades excesivas.

-Cuando por algún motivo sucede una falla demasiado traumática y costosa que en realidad era muy poco factible y por eso no se tenía el repuesto, existe la tendencia de asegurarse para el futuro comprando una buena cantidad de estos elementos.

-Una planeación demasiado anticipada de una reparación mayor, hace que se consigan y mantengan los elementos requeridos mucho tiempo antes de su ejecución, sin ser usados e incrementando las existencias.

- El hecho de que muchos artículos cuesten menos cuando son comprados en cantidad, constituye una gran tentación y en ocasiones es causa de un incremento en los inventarios. Cuando se presenta esta situación, se debe hacer una comparación entre los ahorros realizados y los costos en que se incurre al mantener un excedente de inventario por un tiempo.

-La falta de normalización de partes y equipos dentro de una planta. Por ejemplo: tener diferentes marcas de bom-

bas y motores eléctricos con las mismas especificaciones de funcionamiento pero diferentes repuestos, diferentes controles eléctricos que realizan la misma función, válvulas y relevadores con las mismas condiciones, etc. Esta es una tarea dispendiosa y difícil, pero se tienen excelentes resultados cuando se logra estandarizar un gran porcentaje de los elementos.

- Como ya fue mencionado, tener almacenes de mantenimiento descentralizado puede provocar la duplicidad de algunas de las existencias, especialmente cuando no son almacenes especializados de acuerdo con el área sino que son generales.

- Si no se lleva un registro actualizado del inventario y se realiza tan solo inspecciones visuales periódicas e inexactas, se caerá con seguridad en el error de pedir más de lo necesario para compensar la posible falla en la inspección.

- Cuando existen equipos que poseen un comportamiento impredecible, bien sea por condiciones de trabajo o por su propio estado, tales como equipos de proceso de trabajo continuo, equipos viejos o deteriorados que deben seguir marchando para atender necesidades de producción; a ellos resulta más costoso hacer una reparación mayor, que mantenimiento continuo.

- Si el contrato externo de labores de mantenimiento es poco, las existencias deben ser lo suficientemente grandes para suplir las necesidades que se presentan.

Falta de existencias

La falta de artículos en el almacén también es mala, puesto que implica la pérdida de ventas causada por la detención de alguna máquina o proceso. Además, representa un mayor costo de adquisición por los gastos del transporte rápido y una pérdida de tiempo del personal esperando la llegada de repuestos.

Las causas más frecuentes son:

- Si después de hacer el estudio detallado de los costos se concluye que es mejor comprar algunos elementos únicamente cuando son requeridos, debido a los costos asociados con su almacenamiento, se estará reduciendo el número de existencias.

- Si se tiene un excelente servicio por parte de los proveedores o se está muy cerca de ellos, de tal manera que la

demora de adquisición es mínima, se puede optar por reducir la cantidad de existencias, sumando siempre al costo del producto, el costo que representa el recogerlo del

- Cuando plantas de tipo particular, tales como las de proceso, tienen equipo sustituto o en reserva, las cantidades de materiales de mantenimiento se reducirán en un gran número.

- De igual manera, cuando un equipo está nuevo sus requerimientos para mantenimiento serán mínimos por un largo período.

13.4.2 CUANTO ALMACENAR

Si se tomó la decisión de almacenar un artículo, será necesario establecer la cantidad del elemento que se almacenará, teniendo en cuenta que los costos de mantener un inventario son directamente proporcionales a su tamaño. Por lo tanto, para lograr un menor costo debe pedirse solamente la cantidad que logre equilibrar los costos de obtener un artículo con los asociados a su almacenaje y costo unitario.

Se definen a continuación las variables que serán citadas durante el planteamiento matemático para obtener la de pedido que logre el propósito descrito:

- Ca: Costo de almacenar un elemento.
- Co: Costo de obtener dicho elemento.
- Ce: Costo real del elemento.
- Ke: Cantidad de cada elemento consumida durante un año.
- Kp: Cantidad de pedido (unidades de cada artículo).
- Ki: Cantidad máxima de un mismo elemento instalada en una máquina.
- Ta: Tiempo que se demora el aprovisionamiento.
- Np: Número de pedidos hechos en un año.
- Pp: Periodicidad de pedido (1/Np).
- Ri: Rata de interés anual por costos de almacenamiento. Esta involucra: el interés comercial perdido por el almacenamiento y el interés por gastos de almacenamiento (arriendos, seguros, depreciación, deterioro, administración, control, etc.). Para fines prácticos, se puede estimar esta rata en el orden del 10%.
- Pped: Punto de pedido.
- KEP: Cantidad económica de pedido.
- Ep: Existencia de protección.

Describiremos primero las tres clases de elementos que existen, en cuanto a consumo se refiere.

- De consumo continuo: se consumen más de una vez la cantidad máxima instalada en una misma máquina durante un año.

Cumplen que: $Ke \cdot Ta/Ki > 1$

- De consumo programable: Dentro de este grupo quedan en marcados todos los elementos que son utilizados en períodos muy definidos y programados.

Cumplen que: $0.25 < Ke \cdot Ta/Ki < 1$

- De consumo fortuito: son los repuestos de consumo eventual y aleatorio y que no alcanzan un consumo superior al 25% de la cantidad máxima instalada en un mismo equipo.

Cumplen que: $Ke \cdot Ta/Ki < 0.25$

A continuación se describirán modelos matemáticos (para cada una de las clases existencias antes mencionadas), que permitirán establecer una cantidad de pedido capaz de lograr el equilibrio de costos antes mencionado.

• **Existencias de consumo continuo:**

El comportamiento de éstas teóricamente se puede graficar como se muestra, es decir: la periodicidad de pedido es directamente proporcional a la cantidad de pedido .

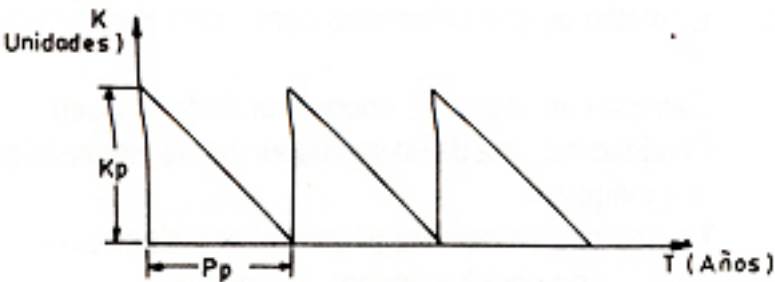


Figura 13.1 K Vs. T (Consumo continuo)

Si se dice que la cantidad promedio almacenada durante un año es el área bajo la curva K vs. T, se tiene que el costo de almacenar y tener un inventario durante un año es:

$$C1 = (Pp/2 \cdot Kp \cdot Np) \cdot Ce \cdot Ri$$

Si: $1/Pp = Np = Ke/Kp$, entonces:

$$C1 = (Ke \cdot Ce \cdot Ri) \cdot Pp/2 \text{ o}$$

$$C1 = Ce \cdot Ri \cdot Kp/2$$

Por su parte, los costos anuales de adquirir un artículo serán:

$$C2 = Co \cdot Ke/Kp = Co \cdot Np$$

Si se suman los costos anteriores, se tendrá el costo total.

$$C = C1 + C2 \text{ entonces:}$$

$$C = Co \cdot Ke/Kp + Ce \cdot Ri \cdot Kp/2$$

Se puede obtener ahora la cantidad óptima o económica de pedido (KOP ó KEP), bien sea graficando los costos anteriores y encontrando el mínimo del costo total o derivando la ecuación obtenida para c respecto de Kp y encontrando el punto que minimiza C.

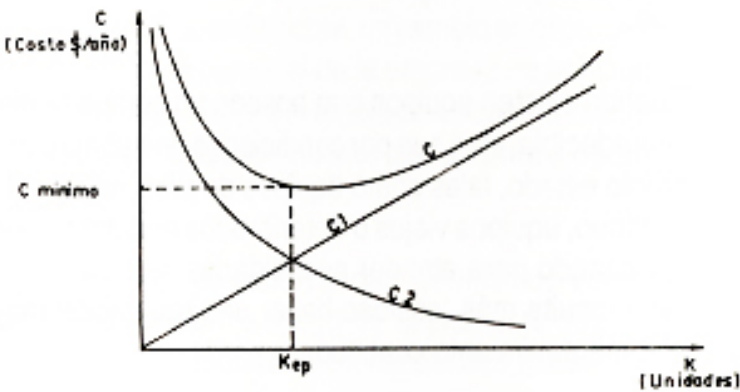


Figura 13.2 Costos Vs. Cantidad de pedido

Derivando:

$$dc/dKp = 0 \quad Ce \cdot Ri/2 + Co \cdot Ke/Kp = 0$$

$$Kp = KEP = \frac{2 \cdot Ke \cdot Co}{Ce \cdot Ri}$$

• Existencias de consumo programable:

El comportamiento de estas existencias depende de la cantidad máxima instalada de un repuesto en un equipo (Ki) y de si se mantiene o no en un mínimo estas existencias. Hay dos situaciones extremas, una en la cual la cantidad de pedido satisface las necesidades de todas las máquinas (fig. 13.3 a) y otra en la cual la cantidad de pedido equivale únicamente al consumo máximo Ki (fig13.3b).

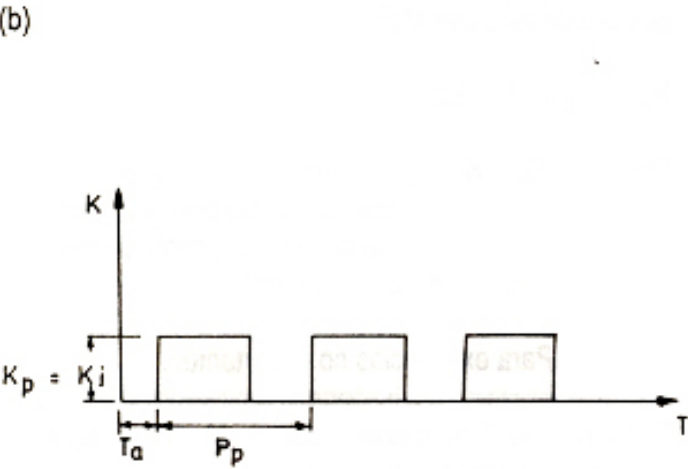
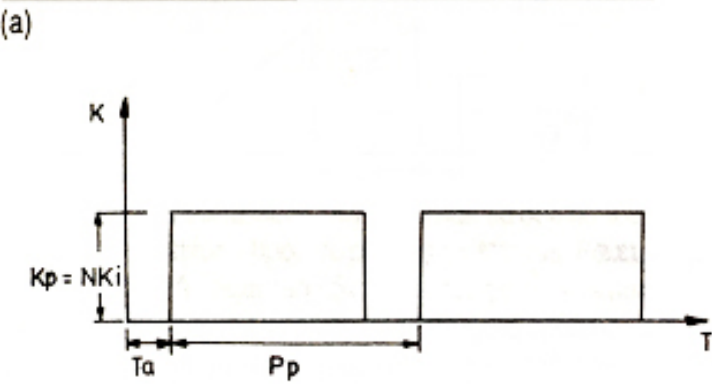


Figura 13.3

Si se dice de nuevo que la cantidad promedio anual almacenada es el área bajo la curva K vs. T, entonces se puede concluir que para esta clase de existencias resultado más económico comprar únicamente la cantidad máxima instalada en el equipo.

Entonces: $KEP = KI$

Esta decisión dará buenos resultados siempre y cuando las reposiciones de un mismo repuesto en los diversos equipos, no sean simultáneas sino ubicadas de una manera racional en el tiempo, lo cual se logra con una programación adecuada de dichas actividades.

- Existencias de consumo fortuito:

Como lo indica su nombre, el consumo de éstas es aleatorio y la cantidad de elementos que se almacenan para mantenimiento, cumple sólo la tarea de ser una existencia de protección.

Es recomendable pedir como máximo una cantidad igual a Ki o en su defecto la cantidad que haga falta para alcanzar este número.

$KEP = KI$ (Si la cantidad de elementos en el almacén es cero)
 $KEP = Ki -$ Cantidad existente
(Si todavía existen elementos en el almacén)

13.4.3 CUANDO PEDIR:

Esto se determina por medio de una cantidad numérica mínima de existencias que se establece mediante un estudio estadístico y de probabilidad a cargo de la organización de. Mantenimiento. Lo anterior causa que en un principio, al montar el almacén de mantenimiento, se tomen valores para cada artículo que no corresponden exactamente a la realidad, pero con el transcurso del tiempo y por medio de los informes periódicos de consumo, así como por la experiencia adquirida por parte de los almacenistas, estas cantidades alcanzarán sus valores óptimos. Deben tenerse muy en cuenta los cambios de requerimientos en los equipos y la adquisición de nuevos, para reajustar estas cantidades.

Cuando se llegue a dicha cantidad en el registro de inventario, será necesario hacer un nuevo pedido por tal razón, a esta cantidad se la llama generalmente " Punto de pedido" ($Pped$).

Por contar con dos clases de existencias en cuanto al nivel de importancia, se recomienda fijar un punto superior al punto de pedido cuando de existencias importantes se trate, sumando a la cantidad de pedido un monto que cumple la función de una existencia de protección (Ep).

Las existencias no importantes serán adquiridas únicamente con base en el punto de pedido.

Existencias importantes $Ep > 0$

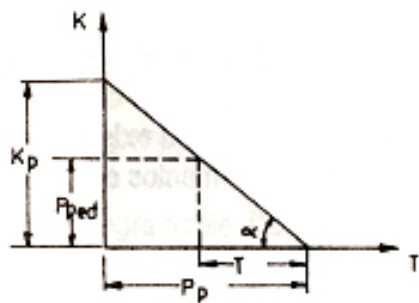
Existencias no importantes $Ep = 0$

A continuación se describe un modelo matemático que sirve para calcular $Pped$ y Ep teniendo en cuenta los distintos tipos de existencias mencionados.

- De consumo continuo: basándose en el gráfico 13.1 de K vs. T , se tiene que:

$Pped$ debe ser tal que cuando se llegue a él, exista tiempo suficiente para que el nuevo pedido llegue antes de que K alcance el valor de cero.

Mostrando gráficamente esto, tenemos:



Tenemos: $K_e = K_p / P_p = \tan \alpha$
También: $P_p / T_a = \tan \alpha$
Entonces: $P_{ped} = K_e \cdot T_a + E_p$
Donde: $E_p = K_e \cdot T_a / 4$ (Existencias importantes)
 $E_p = 0$ (Existencias no importantes)

Una forma más exacta de calcular E_p es tener en cuenta las desviaciones o incrementos que se puedan causar por no usar el punto de pedido como $P_{ped} = K_e \cdot T_a$.

Debe entenderse también que estas desviaciones varían como función de la posición geográfica, de la organización de mantenimiento, de las exigencias del pedido y de los detalles de adquisición de cada elemento.

Por todo lo anterior, resulta más simplificado tomar $E_p = K_e \cdot T_a / 4$

Esta existencia de protección debe tener muy en cuenta la cantidad máxima instalada en un equipo (K_i), ya que si se llega al final de un período y sólo se cuenta con la existencia de protección, ésta debe ser capaz de suplir las exigencias de las fallas. Entonces:

$E_p = K_e \cdot T_a / 4$ Cuando $E_p > K_i$
 $E_p = K_i$ Cuando $E_p < K_i$

El gráfico K vs. T para una existencia de consumo continuo e importante, queda ahora así:



Figura 13.5

De consumo programable: como ya fue determinado, la existencia óptima de esta clase de elementos es igual a la cantidad máxima instalada en un equipo (K_i). Entonces, el punto de pedido se podrá determinar por el punto de quiebre de esta cantidad.

$P_{ped} = (K_i - 1) + E_p$

Donde $E_p = K_i$ Para existencias importantes, ya que se deben cubrir las posibles necesidades de los equipos, como se mencionó anteriormente.

$E_p = 0$ Para existencias no importantes.

El gráfico K vs. T para existencias de consumo programado e importantes, queda ahora así:

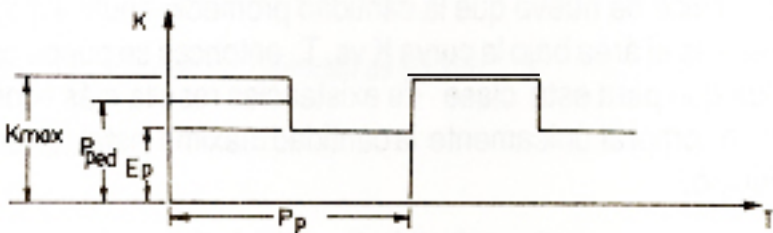


Figura 13.6

De consumo fortuito: debido al comportamiento esporádico de estas existencias, cualquier cantidad que se mantenga almacenada se comportará como una existencia de protección, pero si continuamos tomando a K_i como la cantidad mínima aceptable para garantizar una protección confiable, tendremos que:

$E_p = K_i$ Para repuestos importantes, siendo el punto de pedido P_{ped} el punto de quiebre de esta cantidad.

Para repuestos no importantes, el punto de pedido se puede establecer por inspección.

13.5 GENERALIDADES PARA EL DISEÑO DEL ALMACEN

Existen muchísimos aspectos para tener en cuenta durante el diseño de un almacén y mencionar métodos o alternativas al respecto, sería una labor muy dispendiosa debido a las diversas clases, estilos y tipos de plantas existentes. Por tal razón, se mencionarán aquí tan sólo aspectos generales que se deben tener en cuenta durante el diseño del almacén.

- Este se debe situar en un lugar adecuado dentro de la planta y que cumpla con los requerimientos de la misma, buscando reducir los tiempos de adquisición de material, así como una equidistancia a todos los puntos de consumo.
- Se deben codificar todos y cada uno de los elementos para que sean incluidos dentro de un catálogo de existencias, facilitar el control de inventario, poder ubicarlos fácilmente dentro del almacén y si se tiene implantado el computador dentro de éste, facilitar su manejo.
- Debe proveerse al almacén de los métodos más adecuados de almacenaje para cada tipo de elementos, teniendo en cuenta su circulación, delicadeza y valor. Estos pueden ser: vitrinas, estantes, repisas, mostradores giratorios, etc.
- Debe existir, dentro del almacén, un área que permitan recibir, contar e inspeccionar las mercancías entrantes y que pueda ser utilizada para almacenar temporalmente material programado en alguna reparación mayor.
- Debe establecerse una señalización de los lugares de almacenamiento con el fin de facilitar la búsqueda de material dentro del almacén. Este debe ser de fácil comprensión y permitir una búsqueda ágil.
- Los almacenistas, o encargados del almacén deben ser personas bien adiestradas, confiables y que tengan un buen conocimiento de los materiales existentes, así como buena retentiva, genio estable y gran agilidad mental.

13.6 ORDENES DE SALIDA O REQUISICION DE MATERIAL

Cuando se trata de plantas en las que no se usa la misma orden de trabajo como requisición de material, ésta es considerada como el paso esencial para obtener cualquier elemento del almacén ya que proporciona:

- Autorización de entrega a los encargados del almacén.
- Un medio por el cual el operario de mantenimiento obtiene la autorización y aprobación de retiro por parte de su jefe.
- Una fuente de información confiable para establecer métodos de control.
- Descripción, código y cantidad de material.
- Código de la sección o área a la cual se debe cargar el costo del elemento retirado.

Debido a que quien autoriza las requisiciones de salida es el superintendente de mantenimiento, pero con frecuencia el tiempo gastado localizando dicho personaje incide directamente sobre los costos del mantenimiento, se acostumbra entregar el material al operario sólo con la firma de éste. Al final de la jornada, se reúnen todas las requisiciones para que sean firmadas por el superintendente de mantenimiento con el fin de enterarlo de los pedidos hechos y además para que tome nota de aquello que crea necesario, con el fin de aclararlos al día siguiente con el operario involucrado.

13.7 ORDENES DE PEDIDO O ADQUISICION

Si después de una salida de material del almacén, el encargado detecta en el registro de inventario (listado de computador o monitor del mismo), que la cantidad existente ha llegado a su punto de pedido, debe expedir una solicitud de adquisición. Esta debe contener:

- Descripción del material y número de referencia del fabricante.
- Método de adquisición: Compra. Construcción. Importación.
- Proveedores aprobados: Almacenes locales. Talleres. Representantes de casas extranjeras (importación).
- Cantidad aprobada de pedido.
- Fecha límite de recepción.

Esta orden pasa a compras, departamento que se encarga de la acción correspondiente y que permanecerá en comunicación con el encargado del almacén o el superintendente de mantenimiento, sobre todo cuando aparezcan en una orden incrementos desmesurados en la cantidad de pedido respecto del pedido inmediatamente anterior.

Grupo de Trabajo

Autor **Camilo Botero G.**

Adecuación Técnica y Pedagógica

Raúl Rojas B.
Amanda Godoy B.

Diseño y Diagramación **Anthony Jiménez**

Fotomecánica **Dionisio Barrera**

Impresión
Grupo de Publicaciones SENA Digeneral

Impreso en los talleres
de Publicaciones **SENA**
Dirección General
Agosto de 1991